

## **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Současné možnosti využití netradičních zdrojů**

*Current possibilities of using of non-conventional energy sources*

*Prohlášení studenta :*

*Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně.  
Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.*

*V Ostravě Dne:*

*Podpis :*

*Prohlášení zástupce spolupracující právnické nebo fyzické osoby :*

*„Souhlasím se zveřejněním této bakalářské/diplomové práce dle požadavků čl. 26, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v bakalářských/magisterských programech VŠB-TU Ostrava.“*

*V Ostravě Dne:*

*Podpis :*

### **Abstrakt:**

Bakalářská práce pojednává o současných možnostech využití netradičních zdrojů. Práce je zaměřena na obnovitelné zdroje jako je vodní energie a její možnosti její výroby (přílivové a odlivové elektrárny, přečerpávací elektrárny,...), větrná energie, sluneční energie, energie z biomasy. Vztahuje spíše k využití netradičních zdrojů v České Republice. Dále srovnává využití netradičních zdrojů a energie získané z nich u nás i v zahraničí, podíl na výrobě elektrické energie zde v ČR i v zahraničí.

### **Abstract**

*This bachelor project deals with current possibilities of using alternative energy sources. This project focuses on renewable sources of energy such as water power and ways of its generation (high tide hydro power plant and low tide hydro power plant, pumped storage hydro plant, etc.), wind energy, solar energy, biomass energy. This project relates particularly to the use of non-conventional energy sources in the Czech Republic. It compares the use of non-conventional sources of energy and amount of energy produced in the Czech Republic and abroad. It also draws comparisons between the domestic and external share in electrical energy production.*

### **Klíčová slova**

Solární energie, Fotovoltaické kolektory, Fotoelektrický jev, Energie z biomasy, Biopalivo, Větrná energie, Větrná elektrárna, Geotermální energie, Vodní energie

### **Key words**

*Solar energy, Solar Photovoltaic cell, photoeffect, Biomass Energy, Biofuel, Wind energy, Wind power plant, Geothermal energy, Water energy*

### **Seznam použitých zkratk a symbolů**

HDP – Hrubý Domácí Produkt

SEK – Státní Energetická Koncepce

JE – Jaderná Elektrárna

ČEZ – České Energetické Závody

GWEC – Global Wind Energy Council = Světová Rada pro Větrnou Energii

CHKO – Chráněná Krajinná Oblast

OZE – Obnovitelné Zdroje Energie

HDR – „Hot Dry Rock” – Horká Suchá Skála (tepelná čerpadla)

MVE – Malé Vodní Elektrárny

EWEA – European Wind Energy Association – Evropská Asociace pro Větrnou Energii

ŽP – Životní Prostředí

Obsah :

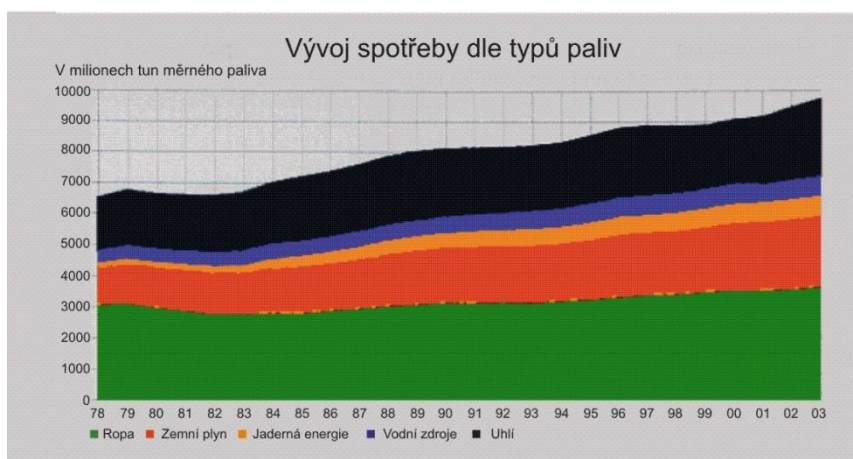
<b>1</b>	<b>Úvod</b>	1
	Fosilní paliva:	2
	Česká energetika	3
<b>2</b>	<b>Netradiční zdroje</b>	5
2.1	Solární energie	5
2.1.1	Využití solární energie	5
	Přímé	5
	Nepřímé	5
2.1.2	Fotovoltaické kolektory	6
	Fotoelektrický jev:	6
	Výroba solárních článků	6
	Využití	7
2.1.3	Sluneční elektrárny v ČR	7
	Princip sluneční elektrárny	7
	Palivový článek	8
	Sluneční tepelné elektrárny	8
	Sluneční elektrárny a budoucnost	8
2.1.4	Sluneční elektrárny ve světě	9
2.2	Energie z biomasy	10
2.2.1	Obecně	10
2.2.2	Evropský potenciál biomasy	10
2.2.3	Biopalivo	10
2.2.4	Základní údaje o použitelné biomase	11
2.2.5	Úprava biomasy	12
2.2.6	Ocenění potenciálu výroby energie z biomasy	12
2.2.7	Zařízení na energetické využití biomasy	13
2.2.8	Stanovení ročního výnosu	13
2.2.9	Elektrárna Hodonín	14
2.3	Větrná energie	15
2.3.1	Princip větrné elektrárny	15
2.3.2	Vliv větrné elektrárny na životní prostředí	16
2.3.3	Větrné elektrárny v zahraničí	17
2.3.4	Větrné elektrárny v Česku	18
2.3.5	Podíl vyrobené elektřiny z větrných elektráren v ČR	19
2.3.6	Investice do větru Skupiny ČEZ	19
2.4	Geotermální energie	20
2.4.1	Výroba elektrické energie	21
2.4.2	Geotermální energie v ČR	21
2.4.3	Elektřina z geotermálních zdrojů	22
2.4.4	Geotermální energie ve světě	23
2.5	Vodní energie jako další zdroj	24
2.5.1	Vodní energie v ČR	24
	Podíl výroby ve vodních elektrárnách ČR je poměrně nízký	24
	Malé vodní elektrárny	24
	Přečerpávací vodní elektrárny	25

2.5.2	Vodní elektrárny ve světě.....	26
<b>3</b>	<b>Možnosti, trendy a předpoklady pro rozšíření netradičních zdrojů.....</b>	<b>27</b>
3.1	Větrné Elektrárny.....	27
3.1.1	Historie v kostce .....	27
3.1.2	Větrné Elektrárny dnes.....	27
3.1.2.1	V České Republice .....	27
3.1.2.2	Ve světě.....	27
3.1.3	Možnosti, perspektivy a předpoklady větrných elektráren v ČR.....	28
3.2	Sluneční energie a elektrárny.....	29
3.2.1	Historie v kostce .....	29
3.2.2	Sluneční energie a elektrárny v dnešním světě.....	29
3.2.2.1	V České Republice .....	29
3.2.2.2	Ve světě.....	29
3.2.3	Možnosti, předpoklady pro rozvoj získávání energie ze slunce .....	30
3.2.3.1	Sluneční tepelné elektrárny .....	30
3.2.3.2	Sluneční elektrárny a budoucnost.....	30
3.3	Biomasa, Elektrárny využívající Biomasu .....	31
3.3.1	Z Historie do současnosti .....	31
3.3.2	Biomasa v ČR.....	31
3.3.2.1	Spalování rostlinné biomasy .....	31
3.3.3	Elektrárny .....	32
3.3.4	Využití Biomasy v EU a ve světě .....	32
3.4	Geotermální energie .....	33
3.4.1	Historie.....	33
3.4.2	Využití geotermální energie v dnešním světě.....	33
3.4.2.1	V ČR.....	33
3.4.3	Geotermální energie ve světě .....	34
3.4.3.1	Momentálně se používají tři základní druhy geotermálních elektráren: .....	34
3.4.3.2	Používání geotermální energie pro jiné cíle .....	35
3.5	Vodní energie.....	36
3.5.1	Od prvopočátků do současnosti v ČR .....	36
3.5.2	Možnosti a trendy využití vodní energie .....	36
3.5.2.1	Možnosti a trendy využití vodní energie v ČR.....	36
3.5.2.2	Možnosti a trendy využití vodní energie všeobecně.....	37
3.5.3	Přilivové a odlivové elektrárny.....	38
<b>4</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>39</b>
4.1	Sluneční energie.....	39
4.2	Větrná energie.....	39
4.3	Energie z Biomasy .....	39
4.4	Geotermální energie .....	39
4.5	Vodní energie.....	40

# Úvod

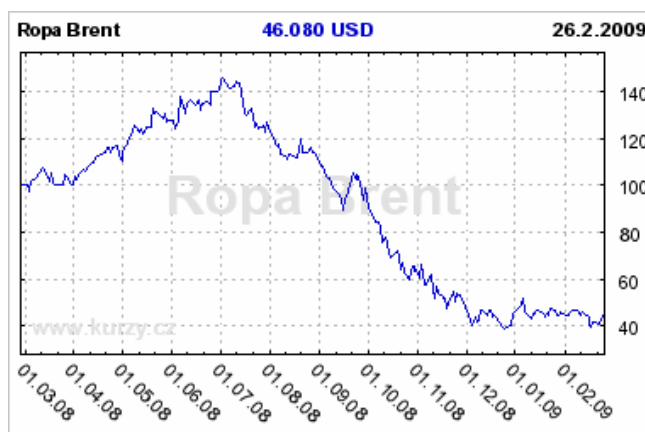
## 1 Úvod

V současné době se mluví o vyčerpání přírodních zdrojů ropy, zemního plynu a jiných přírodních zdrojů čím dále více. Na vyčerpání zdrojů má vliv růst populace a neustálé zvyšování potřeby ať už ropy, zemního plynu nebo energie jako takové v jakékoliv formě. Je zřejmé, že tyto nároky porostou a proto je vyčerpání přírodních zdrojů nezvratné. Je proto důležité najít a neustále hledat alternativní zdroje jako úplnou nebo jen částečnou náhradu aspoň na zpomalení rychlosti vyčerpávání přírodních zdrojů.



Obrázek 1 Vývoj spotřeby dle typů paliv

Dnes zažívá svět neustálý růst cen za jakékoliv palivo či energii. Pro srovnání: cena ropy do roku 1970 byl za 1 barel (= 159 litrů) byla 1 USD a v průběhu krize v letech 1971-73 na 17-20 USD za barel, v roce 2004 to už bylo 50 USD za barel a v roce 2005 63 USD za barel.



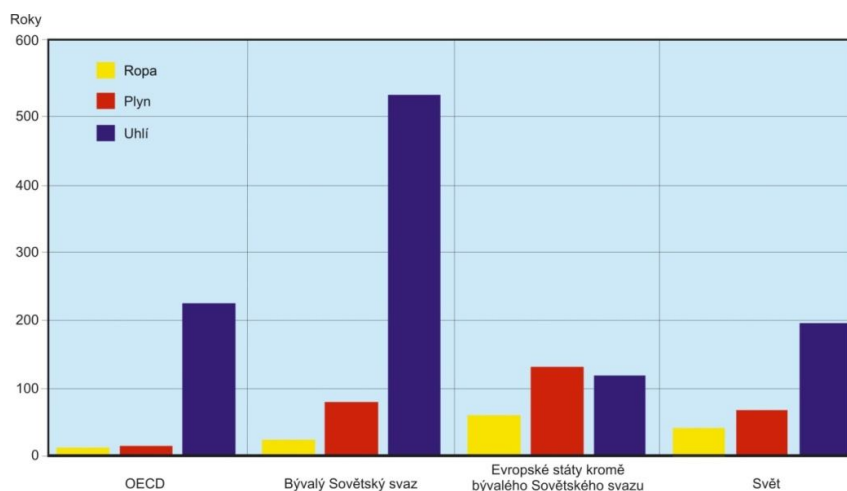
Obrázek 2 Graf předpokládaného vývoje cen ropy za 1 barel

Vztah mezi spotřebou elektrické energie a hrubým domácím produktem na obyvatele je základní charakteristikou soudobého světového hospodářství. Celosvětová průměrná hodnota HDP v roce 2004 byla 5180 USD/osobu a rok, celosvětová průměrná spotřeba energie 2330 kWh/osobu a rok. 80% světové populace žije v zemích s úrovní HDP a spotřeby energie nižší než je světový průměr.

1,6 miliard lidí nemá dosud přístup k elektřině.

# Úvod

## Fosilní paliva:



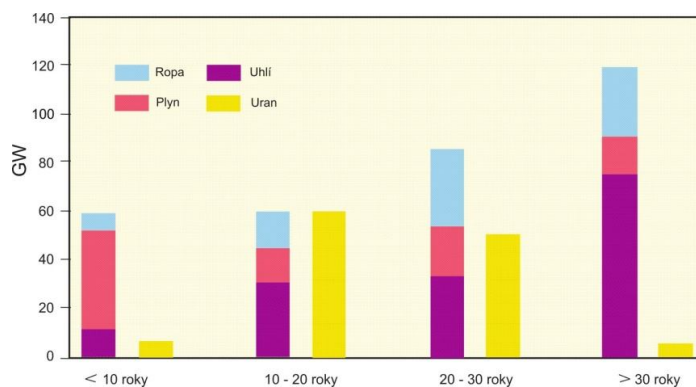
Obrázek 3 Graf vypotřebování fosilních paliv

Doba vyčerpání paliv je v různých regionech velmi odlišná. První závažná varování již přišla. Výpadky zásobování v důsledku velkých poruch, zaznamenané opakovaně nejen v rozvojových zemích, ale také v Severní Americe a v Evropě, vyvolaly ekonomické ztráty jdoucí do desítek miliard USD a tím upozornily na význam zajištění spolehlivého zásobování energií. V současném světě 20 % obyvatel spotřebovává 80 % primárních energetických zdrojů. Za zmínku stojí odhad těžitelných zásob ropy v Iráku dosahující 200 miliard barelů.

Udržitelnost energetiky ve všech jejích rozměrech (dostupnost, pohotovost, přijatelnost) je kritickým problémem, jemuž dnes lidstvo čelí. V období 1850 až 2002, tedy za 152 roků, lidstvo spotřebovalo 718 miliard barelů ropy. Současný trend znamená, že stejné množství ropy bude spotřebováno za 20 let. Podle názoru většiny geologů jsou celkové využitelné zásoby 2 až 3 biliony barelů. Proto je zřejmé, že ropná epocha by mohla skončit v tomto století. Otázkou zůstává, kdy její spotřeba dosáhne maxima a kdy začne klesat.

Jaderná energie má již dnes zásluhu na snížení emisí skleníkových plynů o 600 milionů tun ročně, což je 10 % celkových emisí. Navíc jaderná energie se prokazuje jako vysoce konkurence schopná na trhu s elektřinou.

Spotřeba energie v EU roste při poklesu vlastních zdrojů paliv a výsledkem je růst nároků na dovoz. Největším problémem je, že evropské elektrárny dožívají.



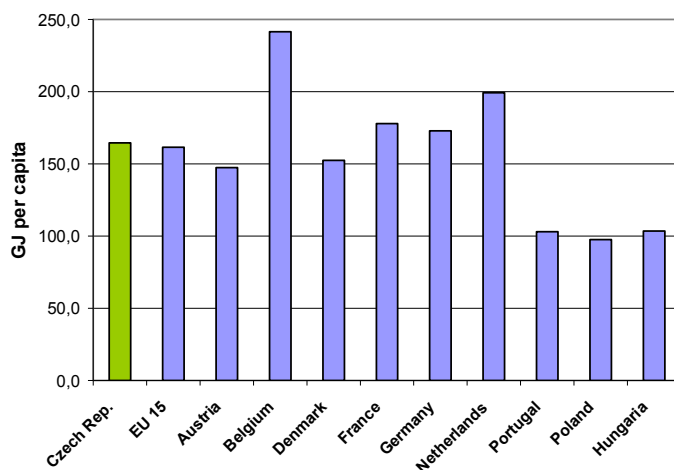
Obrázek 4 Graf dožití evropských elektráren



# Úvod

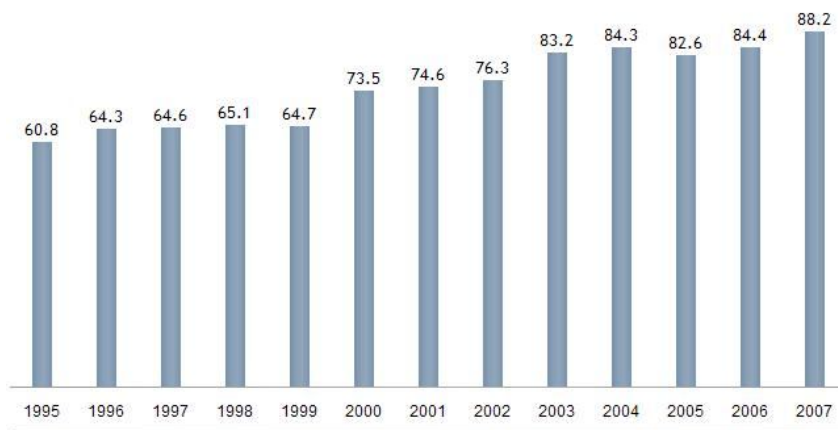
## Česká energetika

U nás, respektive v naší republice lidé nepoznali nějaké dlouhodobější výpadky. Jediné co bylo vážné, tak při havárii Opatovické elektrárny bylo více než 50000 obyvatel bez tepla v Hradci Králové v listopadu 2002 přibližně po 2 týdny, ale elektřina a voda byla dodávána dál. Díky péči, která je u nás věnována údržbě přenosové soustavy není u nás známé, tak jak v USA, přerušení dodávky elektřiny vyvolané nedostatečností přenosových sítí.



Obrázek 5 Spotřeba GJ na osobu za rok

Česká republika se ve spotřebě a výrobě energie na obyvatele neodlišuje od vyspělých evropských zemí

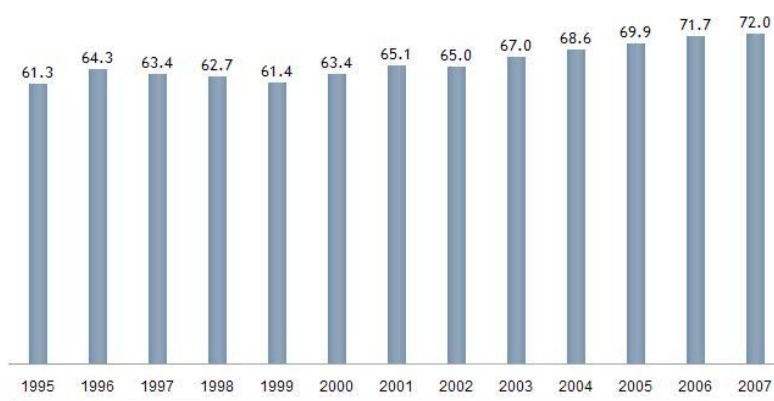


Výroba elektřiny v ČR (TWh), Zdroj: Český statistický úřad

Obrázek 6 Výroba elektřiny v ČR

Výroba elektrické energie v České republice nejen trvale pokrývá spotřebu, ale je i významnou vývozní komoditou. Není bez zajímavosti, že Česká republika je dnes druhým největším exportérem elektřiny v Evropě a tak významně pozitivně přispívá ke zlepšování bilance našeho zahraničního obchodu.

## Úvod



Spotřeba elektřiny (včetně spotřeby na výrobu elektřiny) v ČR (TWh), Zdroj: Český statistický úřad

**Obrázek 7 Spotřeba elektřiny v ČR**

Spotřeba energie na jednotku hrubého domácího produktu se v uplynulých deseti letech vyvíjela v České republice velmi příznivě. Cílem SEK je dosažení hodnoty 454 MJ/1000 Kč.

Kardinálním problémem je zajištění efektivní výše a struktury spotřeby primárních energetických zdrojů. Při orientaci výroby elektřiny na domácí uhlí, uran a obnovitelné zdroje energie je problém dlouhodobě řešitelný. Závislost na dovozu ropy a zemního plynu je prakticky 100 % a požadavky na objem dovozu zřejmě porostou i přes podporu domácích energetických zdrojů a obnovitelných zdrojů energie. Tato skutečnost není typická jen pro ČR, ale pro celý svět a právě v ní tkví nejistoty budoucího vývoje.

## 2 Netradiční zdroje

### 2.1 Solární energie

Zdrojem pro solární energii je Slunce. Slunce je hvězda a bez něj by nebyl na Zemi život. Slunce je koule žhavé plazmy neustále produkující ohromné množství energie. Jeho výkon je zhruba  $4 \times 10^{26}$  W, z čehož na Zemi dopadá asi 45 miliardtin. Tok energie ze Slunce na Zemi činí asi  $1,4 \text{ kW m}^{-2}$ . Slunce je staré přibližně 4,6 miliard let, což je řadí mezi hvězdy středního věku. Bude svítit ještě asi 5 až 7 miliard let. Tím pádem je to pro nás nevyčerpatelný zdroj energie.

Sluneční energie je energií elektromagnetického záření. Spektrum slunečního záření lze rozdělit na :

- záření ultrafialové (vlnová délka pod 400 nm)
- záření viditelné (vlnová délka 400 až 750 nm)
- záření infračervené (vlnová délka přes 750 nm)

Viditelné záření tvoří asi 45 % dopadajícího záření, přičemž jeho podíl je vyšší při zatažené obloze (může dosáhnout až 60 %). V rostlinné fyziologii se používá též pojem fotosynteticky aktivní záření, což je záření o vlnových délkách přibližně odpovídajících viditelnému záření (většinou se udává rozsah 380 - 720 nm).

Příkon záření dopadajícího na povrch zemské atmosféry činí  $1\,373 \text{ W.m}^{-2}$ . Toto množství se nazývá solární konstanta. Ve skutečnosti není konstantní, neboť oběžná dráha Země kolem Slunce je eliptická, a to způsobuje kolísání ve velikosti solární konstanty přibližně 3 % (asi  $40 \text{ W.m}^{-2}$ ). Malé změny solární konstanty jsou též spjaté s cykly sluneční aktivity, ty ale dosahují maximálně desetin procenta.

#### 2.1.1 Využití solární energie

##### Přímé

Slunečními paprsky dopadne na povrch Země přibližně  $1 \text{ kW/m}^2$ . Tuto energii lze využít přímo:

- pro výrobu elektrické energie (obvykle fotovoltaický článek ale také Stirlingův motor),
- v zemědělství (skleníky)
- zpracování užitkové vody (ohřev ale též desalinace a desinfekce),
- vytápění, a další

##### Nepřímé

Nepřímě se sluneční energie v přírodě přeměňuje na:

- potenciální energii vody (využívána ve vodních elektrárnách),
- kinetickou energii vzdušných mas (vítr), a
- chemickou energii biomasy (včetně fosilních paliv, kde akumulace sluneční energie proběhla před dlouhou dobou).

V současnosti lidé využívají sluneční energii k přeměně na tepelnou pomocí termických kolektorů nebo elektrickou pomocí fotovoltaických kolektorů. Dále se staví sluneční elektrárny, ale to jen na místech kde je intenzita slunečního záření po celý den.

### 2.1.2 Fotovoltaické kolektory

Fotoelektrický jev:

Fotoelektrický jev či fotoefekt je fyzikální jev, při němž jsou elektrony uvolňovány (vyzařovány, emitovány) z látky (nejčastěji z kovu) v důsledku absorpce elektromagnetického záření (např. rentgenové záření nebo viditelného světla) látkou. Emitované elektrony jsou pak označovány jako fotoelektrony a jejich uvolňování se označuje jako fotoelektrická emise (fotoemise).

Pokud jev probíhá na povrchu látky, tzn. působením vnějšího elektromagnetického záření, tak se elektrony uvolňují do okolí látky, hovoří se o vnějším fotoelektrickém jevu. Fotoelektrický jev však může probíhat i uvnitř látky, kdy uvolněné elektrony látku neopouští, ale zůstávají v ní jako vodivostní elektrony. V takovém případě se hovoří o vnitřním fotoelektrickém jevu.

Fotovoltaický článek je velkoplošná polovodičová součástka schopná přeměňovat světlo na elektrickou energii. Využívá při tom fotovoltaický jev. Na rozdíl od fotočlánků může dodávat elektrický proud.

Fotovoltaický jev objevil v roce 1839 francouzský fyzik Alexandre-Edmond Becquerel. První fotovoltaický článek však byl sestaven až v roce 1883 Charlesem Frittem, který potáhl polovodivý selen velmi tenkou vrstvou zlata. Jeho zařízení mělo pouze jednocentní účinnost. V roce 1946 si nechal patentovat konstrukci solární články Russel Ohl. Současná podoba solárních článků se zrodila v roce 1954 v Bell Laboratories. Při experimentech s dopovaným křemíkem byla objevena jeho vysoká citlivost na osvětlení.

#### Výroba solárních článků

Velká část dnes používaných článků je vyráběná z monokrystalického (případně polykrystalického) dopovaného P křemíku. Polykrystalické křemíkové ingoty se vyrábějí se čtvercovým průřezem, vhodným pro výrobu solárních článků. Kulaté monokrystalické ingoty se často ořezávají na pseudočtvercový průřez, aby byla lépe využitá plocha solárních panelů. Ingoty se rozřezou na tenké destičky (maximálně 1/3 mm). Na těch se pak vytvoří leptáním textura (destička zmatná a lépe pohlcuje světlo). Destička se poté dopuje fosforem, čímž se vytvoří polovodivý P-N přechod, vybaví se antireflexní vrstvou nitridu (článek získá tmavě modrou barvu), a vodivou pastou se sítotiskem vyrobí metalizace na zadní i přední straně. Poté se článek vypálí - vytvoří se vodivé propojení metalizace s křemíkem. Hotové články se spojují do série (nebo paralelně) pájenými plochými kovovými pásky a montují se do fotovoltaických panelů.

Výkon fotovoltaických článků a panelů se udává v jednotkách Wp (watt peak - špičková hodnota). Výkon silně závisí na osvětlení a na úhlu dopadajícího světla, proto se výkon článků měří při definovaných podmínkách:

- Výkonová hustota slunečního záření  $1000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$
- Spektrum záření AM1.5
- Teplota solárního článku  $25^\circ\text{C}$

V praxi bývá většinu doby výkon článku nižší, protože článek není natočen přesně na slunce a světlo prochází v závislosti na denní době různou vrstvou atmosféry. Navíc je množství dopadajícího slunečního záření silně závislé na oblačnosti.

### Využití

Solární články mají mnoho aplikací. Dříve se používaly solární články především v kosmonautice. Od sedmdesátých let pronikají díky snížení cen fotovoltaické články i do míst, kde není k dispozici zdroj elektrické energie ze sítě, například na ropné plošiny, koncová světla železničních vagónů, retranslační stanice v telekomunikacích nebo na pobřežní majáky. V zemích, kde neexistuje energetická síť jako v Evropě, se používá fotovoltaika pro zásobování domácností elektřinou nebo třeba pro pohon vodních čerpadel. U nás se používá fotovoltaika například na jachtách, karavanech nebo na odlehlých místech, například horských chatách. Nebo na rodinných domech.

V našich podmínkách se fotovoltaické systémy často připojují na jednotnou energetickou síť, kde by v budoucnu mohly velmi dobře sloužit k vyrovnání zvýšené spotřeby elektrické energie v denních hodinách.

### 2.1.3 Sluneční elektrárny v ČR

V případě ČR je větší využití sluneční energie zatím na počátku svého rozvoje. V průběhu poslední dekády minulého století se v ČR omezilo na ostrovní systémy pro nezávislé napájení objektů a zařízení v lokalitách bez připojení na rozvodnou síť. První sluneční elektrárna o výkonu 10 kW byla uvedena do provozu až v roce 1998 na vrcholu hory Mravenčík v Jeseníkách (dnes je umístěna, jako demonstrační zařízení v areálu JE Dukovany coby součást informačního centra).

V našich podmínkách je solární systém o výkonu 1 kW schopen vyprodukovat 900-1000 kWh elektrické energie za rok. U současně provozovaných slunečních elektráren o instalovaných výkonech od 2,6 kW do 36 kW (síť solárních systémů na středních odborných školách po 1,2 kW) jde většinou o napájení aplikací bez připojení k rozvodné síti. V souladu s cíli EU by celkový instalovaný výkon solárních systémů v ČR měl do roku 2010 dosáhnout 84 MW a do roku 2020 541 MW.

### Princip sluneční elektrárny

Elektrickou energii lze získat ze sluneční energie různými způsoby, přímo i nepřímo.

Přímá přeměna využívá fotovoltaického jevu, při kterém se v určité látce působením světla (fotonů) uvolňují elektrony. Tento jev může nastat v některých polovodičích (např. v křemíku, germaniu, sirníku, kadmia aj.). Fotovoltaický článek je tvořen nejčastěji tenkou destičkou z monokrystalu křemíku, použít lze i polykrystalický materiál. Destička je z jedné strany obohacena atomy trojmocného prvku (např. bóru), z druhé strany atomy pětímocného prvku (např. arzenu). Když na destičku dopadnou fotony, záporné elektrony se uvolňují a zbývají kladně nabitě "díry". Přiložíme-li na obě strany destičky elektrody a spojíme je drátem, začne protékat elektrický proud. Jeden cm<sup>2</sup> dává proud okolo 12 mW (miliwattů). Jeden metr čtvereční slunečních článků může dát v letní poledne až 150 W stejnosměrného proudu. Sluneční články se zapojují buď za sebou, abychom dosáhli potřebného napětí (na jednom článku je 0,5 V), nebo vedle sebe tak, abychom získali větší proud. Spojením mnoha článků vedle sebe a za sebou vzniká sluneční panel.

Nepřímá přeměna je založena na získání tepla pomocí slunečních sběračů. V ohnisku sběračů umístíme termočlánky, které mění teplo v elektřinu. Termoelektrická přeměna spočívá na tzv. Seebeckově jevu (v obvodu ze dvou různých drátů vzniká elektrický proud, pokud jejich spoje mají různou teplotu). Jednoduché zařízení ze dvou různých drátů spojených na koncích se nazývá termoelektrický článek. Jeho účinnost závisí na vlastnostech obou kovů, z nichž jsou dráty vyrobeny, a na rozdílu teplot mezi teplým a studeným spojem. Větší množství termoelektrických článků vhodně spojených se nazývá termoelektrický generátor.

### Palivový článek

Elektřinu lze získávat ze slunečního záření také prostřednictvím energie chemické tak, že pomocí slunečního záření rozložíme vodu na vodík a kyslík. Tím se původní energie záření uskladní jako energie chemická do obou plynů. Při slučování obou plynů, tj. při okysličování vodíku, vzniká opět voda. Nahromaděná energie se přitom uvolní buď jako teplo (při hoření), nebo v palivovém článku jako elektrický proud. Palivový článek je měnič, ve kterém se energie chemická mění v energii elektrickou.

Palivové články budou pravděpodobně (podobně jako jaderné palivo) důležitým zdrojem elektrické energie v budoucnosti. Představují uskladněnou sluneční energii a lze je získávat v neomezeném množství. Účinnost palivových článků je vysoká (až 90 %), generátory elektráren na fosilní paliva dosahují pouze 35% účinnosti.

Provoz palivových článků je absolutně čistý, neboť jejich produktem je voda. Články pracují zcela bezhlučně, jelikož neobsahují žádné pohyblivé části. Pomocí palivových článků lze získávat elektřinu pro domácnost (s výkonem 12 kW). Vyrábějí se však už baterie mnoha palivových článků s výkonem až 13 MW (užívají se zejména v astronautice).

### Sluneční tepelné elektrárny

Ve sluneční tepelné elektrárně se sluneční záření mění na elektrickou energii ve velkém měřítku. V principu jde o tepelnou elektrárnu, která potřebné teplo získává přímo ze slunečního záření. Kotel (absorbér) sluneční elektrárny je umístěn na věži v ohnisku velkého fokusačního (ohniskového) sběrače. Sluneční záření se na něj soustřeďuje pomocí mnoha otáčivých rovinných zrcadel - tzv. heliostatů. V kotli se ohřívá např. olej, ve výměníku se získává horká pára, která pak pohání turbínu, turbína pohání generátor a ten vyrábí elektrický proud.

### Sluneční elektrárny a budoucnost

Na Zemi je asi 22 milionů km<sup>2</sup> pouští, které nelze využít ani v zemědělství, ani k chovu dobytka (Sahara, Kalahari, Atakama). Jejich obrovské rozlohy však mohou být alespoň zčásti využity k přeměně sluneční energie na elektřinu nebo k rozkladu vody na vodík a kyslík. Pro Evropu je nejbližší Sahara, která má rozlohu 7 milionů km<sup>2</sup>. Jednoduchý výpočet ukáže, že jen z jedné desetiny Sahary by dnešní technikou slunečních elektráren bylo možné získat asi 50 terawattů, což je 5krát více, než lidstvo potřebuje. Elektrická energie ze solárních článků ze Sahary by se do Evropy mohla rozvádět přes Gibraltar. Jinou možností je využívat sluneční energii k rozkladu vody a vodík pak do Evropy dopravovat potrubím nebo ve velkých tankerech podobně jako zemní plyn.

#### 2.1.4 Sluneční elektrárny ve světě

Portugalsko: je světovou jedničkou ve využití solární energie. Nedávno spustilo obrovskou Sluneční elektrárnu jenž se nachází na šedesátihektarové svažité pastvině mezi olivovými háji v jihoportugalské oblasti Alentejo, která je považována za nejslunnější místo v Evropě. Elektrárna má rozlohu 80ti fotbalových hřišť a skládá se z 52 tisíc fotočlánekových modulů a produkuje 11 megawattů elektrické energie, což z ní činí jednu z vůbec největších solárních elektráren na světě. Elektrárna používá systém PowerTracker. Díky tomuto řešení panely sledují pohyb slunce po obloze, a tak jsou schopné generovat podstatně vyšší objemy elektrické energie než běžné systémy s pevnou instalací. Navíc jsou panely umístěny až dva metry nad zemí. Elektrárna stála 75 milionů dolarů, její vybudování trvalo zhruba půl roku.

Další velká sluneční elektrárna se nachází v jihovýchodním Španělsku v Jurnilla Murcia. Elektrárna má instalovaný výkon 23MW. Je osazena 120 000 kolektory rozdělených do 200 fotovoltických polí a byla postavena za 11měsíců. Odhadovaný roční příjem je 28mil USD (€19 mil). Elektrárna pokrývá půdu o rozloze 100 ha a má garantováno 300 dní slunce z roku. Elektrárna je schopná napájet 20 tisíc domácností.



Obrázek 8 Velká sluneční elektrárna ve Španělsku

## 2.2 *Energie z biomasy*

### 2.2.1 *Obecně*

Biomasa je souhrn látek tvořících těla všech živých organismů, jak rostlin, tak i živočichů. Tímto pojmem často označujeme rostlinnou biomasu využitelnou pro energetické účely. Energie má svůj prapůvod ve slunečním záření a fotosyntéze, proto se jedná o obnovitelný zdroj energie.

Celková hmotnost biomasy je obvykle stanovena vážením, popřípadě též odhadem z objemu nebo délky těla. U čerstvě nalovených organismů je stanovena živá nebo čerstvá biomasa. Přesnější je stanovení biomasy suché (sušiny) a sušiny bez popelovin. Energetická hodnota biomasy je stanovena buď spálením v joulometru, nebo na základě podílu proteinů, cukrů a tuků.

Podíl biomasy výrazně roste. Ještě před pár lety stála ve stínu solárních panelů a větrných turbín, dnes se o ní mluví čím dál častěji. A co víc – nejen mluví, ale také se opravdu realizuje. Technologie spočívá v klasickém spalování. Klíčem je ale použití správných surovin – jako jsou dřevěné zbytky, piliny, odštěpky nebo třeba i sláma či speciální rychle rostoucí rostliny. Výběr je široký a záleží na možnostech výrobce, který zdroj použije. Tyto jinak nevyužitelné materiály lze spalovat v současných tepelných elektrárnách.

### 2.2.2 *Evropský potenciál biomasy*

Evropská agentura pro životní prostředí ve studiích z roku 2006 stanovila tzv. evropský potenciál biomasy, který by respektoval ochranu biologické rozmanitosti a vedl jen k minimu nepříznivých dopadů. V roce 2030 mohlo být asi 15 % energetické poptávky v Evropské unii pokryto energií vyrobenou ze zemědělských, lesnických a odpadních produktů z čistě evropských zdrojů. Do roku 2030 mohlo asi 18 % tepla, 12,5 % elektřiny a 5,4 % paliva pro dopravu pocházet z biomasy evropského původu.

### 2.2.3 *Biopalivo*

Biopalivo vzniká cílenou výrobou či přípravou z biomasy. Představuje tedy jedno z možných využití biomasy, kterou lze jinak použít jako surovinu pro výstavbu, nábytek, balení, pro výrobky z papíru atd.

Možné rozdělení biopaliv:

- tuhá biopaliva
- kapalná biopaliva
- plynná biopaliva

V současnosti je chemická energie z biopaliv uvolňována hlavně jejich spalováním. Jsou vyvíjeny jiné účinnější metody pro jejich využití k výrobě elektřiny pomocí palivových článků. Biopaliva pokrývají 15% celkové světové spotřeby energie, především ve Třetím světě, kde slouží převážně k vaření a vytápění domácností, ale relativně vysoký podíl mají biopaliva i ve Švédsku a Finsku (17% a 19%).

Zda a případně o kolik biopaliva snižují produkci skleníkových plynů, stále zůstává předmětem sporů. Biopaliva uhlíkově neutrální nejsou - už jenom proto, že k účinnému růstu rostlin je potřeba hnojivo, rostliny je třeba nějak sklídit, přetransformovat na biopaliva a přemístit do nádrží.



Biomasa je nositelem obnovitelných zdrojů energie vznikajících fotosyntézou. Z hlediska energetického využití jde v podmínkách České republiky většinou o dřevo (či jeho odpad), slámu a jiné zemědělské zbytky a exkrementy užitkových zvířat, či o energeticky využitelný komunální odpad nebo plynné produkty odpadající při provozu čistíren odpadních vod.

V zásadě existují dva typy základních procesů:

- suché procesy
- mokré procesy

Nejčastěji přicházejí v úvahu přímé spalovací procesy vlastní primární biomasy (např. spalování dřeva), nebo spalování produktů mokrých nebo suchých procesů (bioplyn, dřevoplyn).

Může se jednat o širokou škálu konkrétních zařízení, jako jsou např.:

- kotle na přímé spalování biomasy (v jakékoliv formě) na výrobu teplé nebo horké vody
- kotle na výrobu páry v eventuelní kombinaci s parní turbinou
- zplyňovací zařízení v kombinaci s kotlem nebo kogenerační jednotkou (spalovací motor nebo turbina)
- kogenerační jednotka (spalovací motor nebo turbina) na využití bioplynu
- a podobně, vč. různých kombinací.

#### 2.2.4 Základní údaje o použitelné biomase

Po provedené analýze již existujícího objektu a jeho energetického hospodářství nebo při zpracování (nebo hodnocení) projektu pro výstavbu "na zelené louce" je třeba ověřit, jaký druh biomasy připadá v daném případě v úvahu k energetickému využití.

To znamená, že se musí zjistit nebo ověřit následující skutečnosti:

- forma biomasy
- skutečná výhřevnost
- dostupné a zajištěné roční množství (po celou dobu životnosti zařízení)
- náklady na její získání (vč. nákladů na dopravu)

V průběhu přípravy projektu je nezbytné zjistit podrobnější a ověřené informace o parametrech a vlastnostech předpokládané využívané biomasy, jako jsou:

Výhřevnost, objemová měrná hmotnost, velikost kusů (např. dřeva), obsah vody, obsah popela, obsah prchavé hořlaviny, chemické složení hořlaviny, chemické složení popelovin, vlastnosti popelovin, cena biomasy v místě výskytu (bez dopravy), cena biomasy na vstupu do energetického zdroje, reálné možnosti dodávky (v průběhu roku), způsob skladování, kapacita skládky

Pozn.: Například objemová měrná hmotnost pevné biomasy je 3 až 10krát vyšší než je tomu např. u klasických fosilních pevných paliv (vztaženo na výhřevnost). Pak velikost skladovacího prostoru může být limitujícím faktorem.

Pro informaci jsou uvedeny následující příklady:

Tabulka 1 – Typy přírodních materiálů pro BIOMASU

Druh biomasy	Obsah vody %	Výhřevnost MJ/kg	Objemová měrná hmotnost kg/m <sup>3</sup>
Polena (měkké dřevo)			(volně ložená)
	0	18,56	355
	10	16,40	375
	20	14,28	400
	30	12,18	425
	40	10,10	450
	50	8,10	530
Dřevní štěpka	10	16,40	170
	20	14,28	190
	30	12,18	210
	40	10,10	225
Sláma (obiloviny)	10	15,50	120 (balíky)
Sláma (řepka)	10	16,00	100 (balíky)
Tříděný komunální odpad	20 - 38	9 - 14	
Bioplyn		cca 25 MJ/m <sup>3</sup>	

Ověření reálné dostupnosti potřebného množství biomasy (vč. její ceny na prahu zdroje) je jedním důležitých předpokladů úspěšnosti projektu, zaměřeného na využití biomasy.

Pozn.:

V poslední době se začíná uvažovat o zakládání plantáží rychlerostoucích dřevin. V tomto případě je třeba uvažovat s reálnými ročními přírůsky a náklady na ošetřování, sklizeň, zpracování a dopravu.

### 2.2.5 Úprava biomasy

Před vstupem do vlastního energetického zařízení musí být biomasa obvykle upravována.

Metody těchto úprav závisí v první řadě na požadovaném druhu a kvalitě hmoty vstupující do vlastního energetického zařízení.

V případě pevné formy biomasy se jedná obvykle o sušení (přírozené nebo umělé) a o rozměrové úpravy (stříhání, sekání, drcení, resp. lisování, briketování, peletování).

Někdy je pevná biomasa před vstupem do vlastního spalovacího zařízení zplyňována v generátorech (výroba dřevoplynu). Vyrobený dřevoplyn může být čištěn a ochlazován nebo být použit přímo.

V případě primární plynné formy (bioplyn) mohou být aplikovány různé metody čištění bioplynu a vyrobený bioplyn je obvykle před dalším použitím komprimován.

Tyto úpravy samozřejmě způsobí určité ztráty. Ty lze vyjádřit zvýšenými náklady na nezbytnou energii i dalšími náklady (vč. nutných investic). Je na auditorovi rozhodnout, jak tyto náklady v konkrétním případě započítat do celkové ekonomiky projektu. To v zásadě znamená, zda tyto náklady budou vyjádřeny samostatně nebo budou započteny do ceny biomasy vstupující do vlastního energetického (obvykle spalovacího) zařízení.

### 2.2.6 Ocenění potenciálu výroby energie z biomasy

Obecně se vychází z konečné spotřeby energie stávajícího zásobovaného objektu (obsažena v bilanci stávajícího objektu) nebo z potřeby objektu nového (nutno vypočítat).

Obvykle se však zařízení na energetické využití biomasy instaluje tam, kde již spotřeba energie (tepla, případně elektřiny) existuje. Někdy je možno uvažovat s prodejem elektrické energie (celá výroba nebo přebytky) do elektrovedné sítě REAS. Na základě energetické bilance lze posoudit, jakou část konečné spotřeby je možno krýt zařízením na energetické využití biomasy a jak jej dimenzovat co do objemu roční výroby energie a časového ročního využití.

Z toho vyplývá pak vhodná výkonová dimenze vlastního energetického zařízení. Je samozřejmé, že bude obvykle využito ročního diagramu spotřeby tepla. To umožní i případné dimenzování zařízení na krytí základní části diagramu s tím, že špičkové potřeby budou kryty jiným způsobem než využitím biomasy (pokud to bude technicky a ekonomicky účelné).

### 2.2.7 Zařízení na energetické využití biomasy

Z hlediska systému, je třeba v první řadě uvést, zda se jedná pouze o výrobu tepla, vč. charakteristik nositele tepla nebo zda se jedná o kombinovanou výrobu elektřiny a tepla, vč. technického řešení. Současně je třeba zhodnotit úpravářenskou část (pokud nebylo provedeno již výše).

Vzhledem ke značné variabilitě základních typů zařízení je obvykle třeba uvést i další detailnější informace o vlastním zařízení. Předmětem posouzení by měly být i garance dodavatele a prověření jím uváděných referencí.

Důležité je i ověření vlivu provozu zařízení na životní prostředí (porovnání se zákonem stanovenými limity emisí).

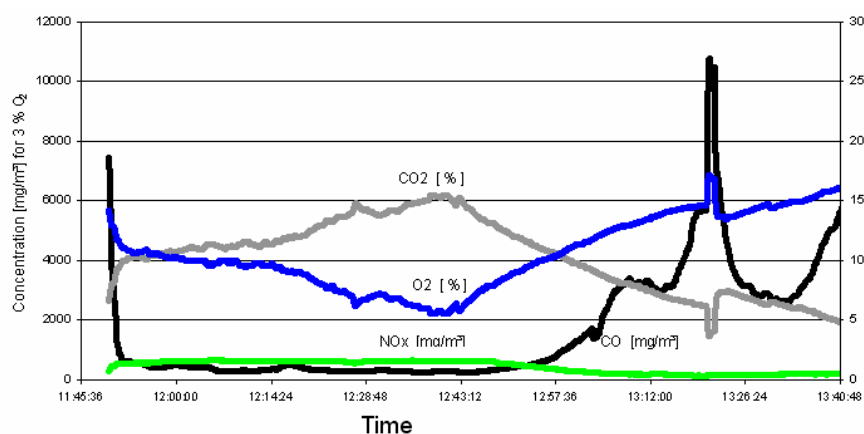
### 2.2.8 Stanovení ročního výnosu

Z objemu úspor nákladů uvedených v korigované energetické bilanci lze spočítat budoucí úspory nákladů na získání tepla ve srovnání se stávajícím způsobem (nebo jiným klasickým způsobem). Úspory nákladů na energii je nutno korigovat o další provozní náklady. Ty závisí na daném technologickém uspořádání systému (mzdy, opravy, provozní hmoty, apod.).

Tabulka 2 – Koncentrace emisí pro jednotlivé materiály biomasy

Palivo	Směs 1:1 hnědé uhlí+štěpka	Štěpka	Emisní limit 0,2 - 1 MW dřevo, uhlí
Parametr	Koncentrace (mg.m <sup>-3</sup> )	Koncentrace (mg.m <sup>-3</sup> )	Koncentrace (mg.m <sup>-3</sup> )
Tuhé Látky	50	124	250
Oxid Siřičitý	456	2	2500
Oxidy Dusíku vyj. jako NO <sub>2</sub>	283	307	650
Oxid Uhelnatý	728	1193	Nestanoven
Organické sloučeniny vyj. jako C	1,3	4,0	50

Koncentrace jsou uvedeny v suchých spalínách za normálního stavu (0°C, 101325 Pa) a po přepočtu na 11% O<sub>2</sub>.



Obr. 2: Koncentrace emisí v průběhu spalování slámy

Obrázek 9 Graf koncentrace emisí pro slámu (BIOMASA)

Výrazný nárůst zaznamenala elektrárna Poříčí (o 38,4% na téměř 86 GWh). Od července do září se v elektrárnách Skupiny ČEZ v ČR spálilo více než 68 tisíc tun biomasy, celkově jde letos o více než 247 tisíc tun (vše formou spoluspalování s hnědým uhlím). V meziročním srovnání to znamená růst spáleného objemu o 47 %. Dalších více než 36 tisíc tun se spálilo ve Skawině a chorzówské elektrárně ELCHO (spoluspalování s černým uhlím).

#### 2.2.9 Elektrárna Hodonín

Nejvíce elektřiny z biomasy vyrábí v rámci Skupiny ČEZ elektrárna Hodonín, která za prvních devět měsíců roku 2008 z biomasy vyprodukovala více než 107 GWh a meziročně zvýšila výrobu o 41,3%.

Výroba z biomasy v elektrárnách ČEZ, a. s., v ČR

Výroba leden-září 2008 (v MWh) Výroba leden-září 2007 (v MWh) Meziročně (v %)

Tisová	31.744	31.528	+ 0,7
Poříčí	85.948	62.090	+ 38,4
Teplárna Dvůr Králové	8.679	7.090	+ 23,7
Hodonín	107.711	76.208	+ 41,3
Celkem v ČR	234.082	176.916	+ 32,3

Nejvýznamnější položkou v celkově spálené biomase v ČR jsou letos rostlinné materiály (dřevní hmota) s bezmála 240 tisíci tunami, což je meziročně o 48 % více. Cíleně pěstovaných rostlin se spálilo zhruba 2600 tun, tj. o 80 % více než za prvních devět měsíců roku 2007. V rámci portfolia obnovitelných zdrojů Skupiny ČEZ je biomasa druhou nejvýznamnější položkou po vodních elektrárnách.

Velký potenciál skýtá dolnoslezská elektrárna ELCHO, kde se koncem května s pozitivním výsledkem otestovala možnost spalování dřevěných pilin, briket a štěpků. Ve třetím čtvrtletí činila výroba z biomasy 17,224 GWh při spotřebě 15.378 tun biomasy. Letos elektrárna plánuje vyrobit 39,65 GWh, v dalších letech by pak chtěla dosáhnout roční mety až 80 GWh elektřiny z biomasy. Skawina, druhá polská elektrárna Skupiny ČEZ spalující biomasu, vyrobila od července do září 17,055 GWh elektřiny a spálila přitom 20.178 tun biomasy. Celkově zde od začátku roku bylo vyrobeno 55,477 GWh elektrické energie.

## 2.3 Větrná energie

Větrná energie je označení pro oblast technologie zabývající se využitím větru jako zdroje energie. Nejobvyklejším využitím jsou dnes větrné elektrárny, které využívají síly větru k roztočení vrtule (větrná turbína). K ní je pak připojen elektrický generátor. Získaná energie je přímo úměrná třetí mocnině rychlosti proudící vzdušné masy, proto větrné elektrárny po většinu doby nedosahují nominálních hodnot generovaného výkonu.

V historii se místo převodu na elektřinu přímo konala nějaká mechanická práce. Větrný mlýn například mlel obilí, větrnými stroji se čerpala voda, lisoval olej, stloukala plst' nebo poháněly katry. Vítr se také používá k pohonu dopravních prostředků, nejvíce u lodí (plachetnice).

Velkým problémem využití větrné energie v podmínkách ČR je nestálost dodávky. Okamžitý výkon větrné elektrárny je silně závislý na okamžité rychlosti větru. Výroba (dodávka) výrazně kolísá v krátkých časových intervalech. Tato skutečnost vyvolává potřebu držení záložních zdrojů ve formě sekundární a terciální regulace výkonu i dispečerské zálohy. Náklady na čerpání záloh činí cca 1,2 mil. Kč ročně na 1 MW výkonu instalovaného ve větrné elektrárně. Navíc, tyto zálohy jsou tvořeny převážně uhelnými a plynovými zdroji. Další vyvolané náklady při využití větrné energie tvoří náklady na posílení distribuční a přenosové soustavy.

Z energetického pohledu se jedná (spolu s fotovoltaickou elektrárnou) o nejméně kvalitní zdroj. Při ekonomickém pohledu bychom měli do výše investice započítat i záložní zdroj, který se s větrnou elektrárnou doplňuje ve výrobě. Dalším negativem je, že výroba energie se nekryje se špičkovou potřebou a často je jí dokonce protichůdná.

Pro ilustraci: Pokud by se měly větrné elektrárny podílet jedním procentem na celkové výrobě elektrické energie, museli bychom postavit 200 stožárů o instalovaném výkonu 1,5 MW a vytvořit pro ně záložní zdroj o instalovaném výkonu 60 MW. Dá se odvodit, že po 40 % provozní doby dodávají větrné elektrárny méně než 4% instalovaného výkonu. Alespoň polovinu instalovaného výkonu dodávají po cca 7% provozní doby

### 2.3.1 Princip větrné elektrárny

Působením aerodynamických sil na listy rotoru převádí větrná turbína umístěná na stožáru energii větru na rotační energii mechanickou. Ta je poté prostřednictvím generátoru zdrojem elektrické energie (na podobném principu turbogenerátoru pracuje jak klasická, vodní či jaderná elektrárna). Podél rotorových listů vznikají aerodynamické síly; listy proto musejí mít speciálně tvarovaný profil, velmi podobný profilu křidel letadla. Se vzrůstající rychlostí vzdušného proudu rostou vztahové síly s druhou mocninou rychlosti větru a energie vyprodukovaná generátorem s třetí mocninou. Je proto třeba zajistit efektivní a rychle pracující regulaci výkonu rotoru tak, aby se zabránilo mechanickému a elektrickému přetížení větrné elektrárny. Obsluha větrné elektrárny je automatická. Životnost nové větrné elektrárny se udává 20 let od uvedení do provozu.

### 2.3.2 Vliv větrné elektrárny na životní prostředí

Větrná energetika neprodukuje tuhé či plynné emise a odpadní teplo, nezatežuje okolí odpady, ke svému provozu nepotřebuje vodu. Větrná elektrárna nepředstavuje významný zábor zemědělské půdy, minimální jsou i nároky na plochu staveniště. Pro získání většího výkonu je však třeba stavět větrné farmy o obrovských rozlohách (např. 1000 MW větrná farma zabere rozlohu 35 000 km<sup>2</sup>, uhelná nebo jaderná elektrárna o stejném výkonu pouhých několik km<sup>2</sup>).

V mnoha případech bývá ochránci přírody nadhodnocován negativní vliv akustických emisí na okolí. Jde přitom o hluk, jehož zdrojem je strojovna elektrárny, popř. interakce proudícího vzduchu s povrchem listů rotoru a uvolňováním vzduchových vírů za hranou listů. Tento hluk je snižován modernější konstrukcí listů vrtule, popř. variantností typů rotorů (za cenu snížení hlukové emise se snižuje i výkon generátoru). Hladina hluku na úrovni 500 m od stroje se pohybuje okolo 35–40 dB, což je zhruba hladina hluku v obývacím pokoji. Agentura ochrany přírody a krajiny uvádí, že les ve vzdálenosti 200 metrů vydává při rychlostech větru 6–7 m/s přibližně stejný hluk jako větrná elektrárna ve stejné vzdálenosti. Povolené hladiny hluku v místě nejbližší budovy jsou podle českých zákonů na úrovni 50 dB (den) a 40 dB (noc). Tyto limity dodrží větrné elektrárny zcela bez problémů. Chování ptáků ale i divokých zvířat v blízkosti větrných elektráren je rozdílné: zatímco některé druhy ptáků staví svá hnízda částečně v úkrytu generátorových skříní, jiné druhy se okolí elektráren vyhýbají. Pokud jsou větrné elektrárny dobře naplánované a postavené, nepředstavují pro ptáky a zvířata vážné nebezpečí. K zajímavému závěru došel tříletý výzkum, který prováděl

Ústav pro výzkum divoce žijících zvířat na Veterinární univerzitě v Hannoveru. Výzkum sledoval rozsáhlé území s celkem 36 větrnými elektrárnami i srovnávací oblasti, kde turbíny nejsou. Hustota zvěře na území s elektrárnami zůstávala stejná, nebo se dokonce zvyšovala. Z průzkumu mezi myslivci Dolního Saska vyšlo najevo, že nespátují ve větrných elektrárnách vážné zdroje rušení domácí nízké zvěře. Technici vymysleli i jak zamezit nepříznivému vlivu pohyblivých stínů v obydlených lokalitách. Řešením je využití jednoduchého počítačového programu, který v denní době a za podmínek, které vznik podobných stínů vyvolávají, jednoduše na nezbytnou dobu elektrárnu vypne.

EU Větrná energie (MW) <sup>[1][2][3]</sup>								
Čís.	Stát	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001
1	Německo	22 247	20 622	18 415	16 629	14 609	11 994	8 754
2	Španělsko	15 145	11 615	10 028	8 263	6 203	4 825	3 337
3	Dánsko	3 125	3 140	3 136	3 117	3 110	2 880	2 489
4	Itálie	2 726	2 123	1 718	1 255	913	797	690
7	Francie	2 454	1 567	757	386	239	145	93
5	Spojené království	2 389	1 963	1 353	888	648	552	474
6	Portugalsko	2 150	1 716	1 022	522	299	194	131
8	Nizozemsko	1 746	1 560	1 219	1 078	912	688	486
9	Rakousko	982	965	819	606	415	139	94
10	Řecko	871	746	573	465	375	276	272
První deset		46 017	39 040	33 209	27 723	22 490	16 820	
Čís.	Stát	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001
11	Irsko	805	745	496	339	191	137	124
12	Švédsko	788	572	510	442	399	345	293
13	Belgie	287	193	167	95	68	35	32
14	Polsko	276	152	83	63	30	5	18
15	Česko	116	50	28	17	9	0	0
16	Finsko	110	86	82	82	52	43	39
17	Bulharsko	70	32	10	1	0	0	0
18	Maďarsko	65	61	18	6	3	1	1
19	Estonsko	58	32	32	6	2	2	0
20	Litva	50	56	6	7	0	0	0
21	Lucembursko	35	35	35	35	22	17	15
22	Lotyšsko		27	27	26	26	1	1
23	Slovensko		5	5	5	3	0	0
24	Rumunsko		3	2	1	0	0	0
25	Slovinsko		0	0	0	0	0	0
26	Kypr		0	0	0	0	0	0
27	Malta		0	0	0	0	0	0
EU27 (MW)		48 061	40 541	34 334	28 528	23 076	17 343	
28	Norsko	333	314	267	160	101		
29	Ukrajina	89	86	77				
30	Turecko	146	51	20				
31	Švýcarsko	12	12	12				
Evropa (MW)		48 545	40 898					

Obrázek 10 Seznam Větrných elektráren v UE podle instalovaného výkonu

### 2.3.3 Větrné elektrárny v zahraničí

Instalovaný výkon větrných elektráren ve světě vzrostl během loňského roku o 27 procent na více než 94 GW. V roce 2007 přibýlo o třetinu více nové kapacity než v roce 2006. Údaje zveřejnila Světová rada pro větrnou energii (GWEC). Přibližně 20 gigawattů nově instalovaného výkonu větrníků odpovídá asi 20 temelínským blokům.

Kapacita se v absolutních číslech zvýšila nejvíce ve Spojených státech, kde bylo instalováno 5,2 gigawattu nových větrníků. Jde zhruba o pětačtyřicetiprocentní meziroční nárůst. Následuje Španělsko s 3,5 GW a Čína s 3,4 GW nově vybudované kapacity.

Nejdále ve využití energie větru pokročili američtí odborníci, kteří systematicky rozpracovali široký soubor souvisejících otázek. Zahrnuli do něj techniku a technologii, ekonomiku a energetiku, ale také sociologii a ekologii, stejně jako právní stránku věci a problematiku veřejného mínění. Vycházeli z faktu, že už koncem minulého století pracovalo v USA kolem šesti milionů malých větrných elektráren, čerpadel a dalších zařízení a země má mnoho rozlehlých oblastí s velmi dobrými větrnými podmínkami. Platí to především o Kalifornii, kde vznikla celá pole větrných elektráren - větrné farmy.

V Evropě mají největší potenciál větrné elektrárny v Německu, kde bylo k 30. červnu 2006 instalováno 18 054 větrných elektráren s celkovým výkonem 19 299 MW. Na druhém místě je Španělsko, na třetím Dánsko. V evropských státech začleněných v EU je ve větrných elektrárnách instalováno celkem téměř 50 000 MWe.



Obrázek 11 Větrná elektrárna v Německu



Obrázek 12 Větrná elektrárna v Dánsku

Větrná energie poskytla 19,7% elektřiny v Dánsku v roce 2007, což je více než v jiných zemích. Dánsko bylo průkopníkem ve využití větrné energie během 70 let a dnes je už téměř polovina větrných turbín na světě pochází z Dánska.

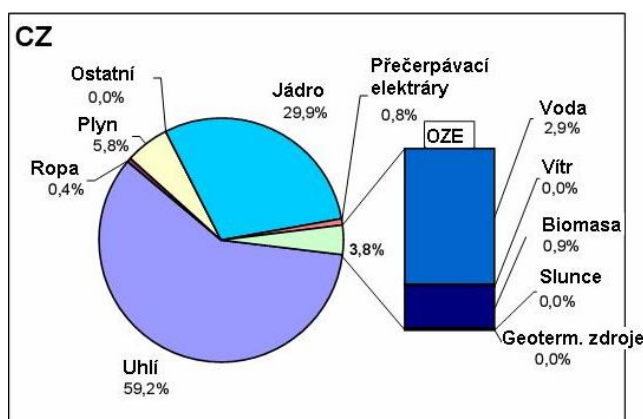




Obrázek 13 Větrná elektrárna ve Španělsku

Španělsko je třetí na světě ve výrobě energie (po USA, a Německu) s instalovaným výkonem 16,740MW na konci roku 2008. Největším výrobcem větrné energie ve Španělsku je Iberdrola s podílem 27%, ná sledována Accionou s podílem 16% a Endesou s podílem 10%. Španělsko letos očekává trvalý růst kapacity, navzdory vloženým investicím. Do roku 2010 má za cíl dosáhnout 20GW energie.

#### 2.3.4 Větrné elektrárny v Česku



Obrázek 14 Podíl jednotlivých typů elektráren na výrobě energie v ČR

Větrné elektrárny se u nás také rozšířily. Jejich problémem jsou ale nároky na okolní podmínky. K provozování jsou potřeba místa s trvalým silným větrem, jakých u nás moc není (hovoří se o průměrné hodnotě 6 m/s, většinu České republiky přitom ovívá vítr o rychlosti menší než 4 m/s). Vhodné lokality se nacházejí převážně na horách, v národních parcích a CHKO. I proto vyrábí vítr pouze setinu procenta české obnovitelné elektřiny (a tedy naprosto zanedbatelnou část celkové výroby elektřiny v Česku). Což se ale může změnit, ČEZ plánuje v budoucnu do větrné energie investovat až 2/3 rozpočtu na obnovitelné zdroje. Větrné elektrárny nicméně v současnosti vyrábějí pro Českou republiku přesně 0,00 % elektrické energie.



Celkový instalovaný výkon větrných elektráren v roce 2008 přesáhl 112 MW. Větrné elektrárny jsou instalovány v těchto lokalitách:

Kryštofovy Hamry, Kámen, Brodek u Konice, Klíny, Mníšek, Veselí u Oder, Boží Dar – Neklid, Podmíleveská výšina, Anenská Studánka, Pohledy u Svitav, Pavlov, Nově Město - Vrch Tří pánů, Žipotín, Petrovice, Hraničné Petrovice, Břežany u Znojma, Protivanov, Potštát, Čížebná - Nový Kostel, Lysý vrch u Albrechtic, Loučná, Nová Ves v Horách, Jindřichovice pod Smrkem, Mladoňov, Nový Hrádek, Mravenečník, Ostružná, Velká Kraš, Hostýn, Pchery

### 2.3.5 Podíl vyrobené elektřiny z větrných elektráren v ČR

Hrubá výroba elektrické energie činila v roce 2007 celkem 125,1 GWh (v roce předchozím to bylo 49,4 GWh).

Prudký rozvoj výstavby větrných elektráren, který je markantní právě v současné době, je důsledkem přijetí zákona o podpoře výroby elektřiny z OZE, dostupnou zahraniční technologií i relativně „jednoduchou a rychlou“ výstavbou oproti konvenčním zdrojům. Větrné elektrárny jsou stavěny, resp. projektovány prakticky na území celé ČR. Současně jsou však zaznamenány četné protesty obyvatel v dotčených lokalitách, které v některých případech vyústily v zamítavé stanovisko místního referenda. V odlehlých horských oblastech Krušných hor také masivní výstavba větrných parků při kumulaci několika sousedních projektů zcela jednoznačně mění ráz krajiny.

**Tabulka 3 – Tabulka instalovaného výkon VE v ČR + výroba energie brutto a netto**

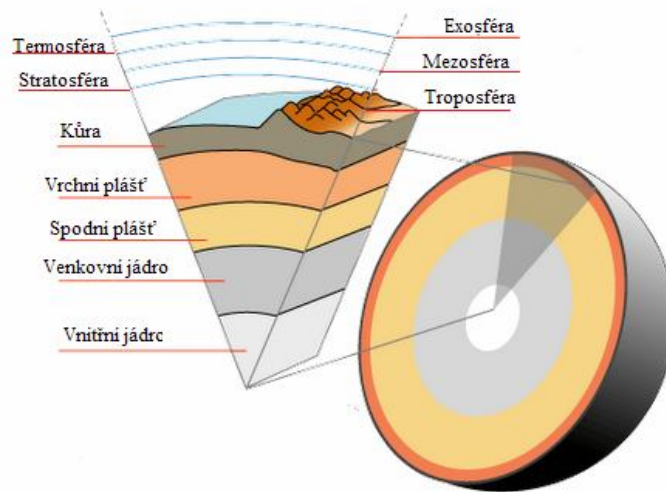
	<b>Instalovaný výkon</b>	<b>Hrubá výroba</b>	<b>Výroba elektřiny netto</b>
	<b>MW<sub>e</sub></b>	<b>MWh</b>	<b>MWh</b>
<b>VTE</b>	113,8	125 100	124 700

### 2.3.6 Investice do větru Skupiny ČEZ

Skupina ČEZ, coby největší domácí výrobce elektřiny, plánuje v následujících 15 letech investovat na výstavbu větrných elektráren zhruba 20 miliard korun. Cílem Skupiny ČEZ vyrábět v roce 2010 celkem 8 % energie z obnovitelných zdrojů. Prvními vhodnými projekty jsou možnosti výstavby větrných parků v lokalitách Dukovany a Dlouhé Pole, ke kompletní obnově dojde v Novém Hrádku. Obcím, na jejichž katastru budou postaveny větrné elektrárny, Skupina ČEZ nabízí kompenzaci ve formě pravidelného ročního příspěvku do obecního rozpočtu v řádu okolo 100 000 korun na jednu větrnou elektrárnu.

## 2.4 Geotermální energie

Slovo geotermální má původ v dvou řeckých slovech: geo (země) a therme (teplo), a znamená teplota země, a podle toho se tepelná energie Země ještě nazývá i geotermální energie. Teplota ve vnitrozemí je výsledek formování planety z prachu a plynů před více než čtyři miliardy let, a radioaktivní ho rozkladu prvků v horninách kontinuálně regeneruje to teplo, a podle toho je geotermální energie obnovitelný zdroj energie. Základní medium který přenáší teplo z vnitrozemí na povrch je voda nebo pára, a tento komponent se obnovuje tak že voda od dešťů proniká hluboko skrz rozpukliny a tam se zahřívá a cirkuluje zpět k povrchu, kde se objevuje ve formě gejzíru a vroucích pramenů.



Obrázek 15 Řez Zemí

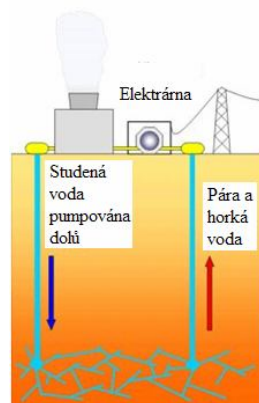
Potenciál geotermální energie je ohromná je ji 50000 krát více než ostatní energie, která se může dostat z ropy a plynu na celém světě. Geotermální zdroje se nacházejí v širokém spektru hlubin, od mělkých povrchních až více kilometrů hlubokých rezervoáru vroucí vody a páry, která se může přivést na povrch a využít. V přírodě se geotermální energie nejčastěji objevuje ve formě sopek, pramenů vroucí vody a gejzíru. V některých státech se geotermální energie používá už tisícletí ve formě lázních vlastně rekreačně-léčivého koupaní. Ale rozvoj vědy se neomezil jenom na část léčivého využívání geotermální energie, ale také využívání geotermální energie, usměrnil k procesu dostávání elektrické energie a topení v domácnostech a průmyslových zařízení. Zahřívání budov a využívání geotermální energie v procesu dostávání proudu jsou hlavní, ale ne i jediný způsob využívání té energie. Geotermální energie se také může využít i pro jiné cíle, jako například ve výrobě papíru, pasterizaci mléka, plaveckých bazénech, v procesu sušení dřeva a vlny, dobytkařství atd.

Hlavní nedostatek během využívání geotermální energie je to, že neexistuje mnoho území na světě která jsou výjimečně výhodná pro exploataci. Nejvýhodnější jsou území na okrajích tektonických desek, vlastně území velké sopeční a tektonické aktivity.

#### 2.4.1 Výroba elektrické energie

Jeden z nejvýznamnějších tvarů využívání geotermální energie je výroba elektrické energie. Tady se používají vřelá voda a pára ze Země pro pohyb generátoru a na ten způsob nehoří fosilní paliva a výsledek toho je, že neexistují škodlivé emise plynu do atmosféry, vypouští se jenom vodní pára. Další výhodou je v tom, že se takové elektrárny můžou použít v různých prostředích, např. farmy, citlivé pouštní území a lesní-rekreační území.

Začátky využívání teploty Země pro tvorbu elektrické energie se spojují s malým italským městem Larderello a rokem 1904. Toho roku tam začalo experimentování s tímto tvarem výroby elektrické energie, kde se pára používala pro pohyb malé turbíny, která napájela pět žárovek. Tento experiment se považuje za první použití geotermální energie pro výrobu elektrické energie. Díky tomuto testu začali roku 1911 stavět první geotermální elektrárnu, která byla dokončena roku 1913 a síla byla 250 kW. Byla to jediná geotermální elektrárna na světě asi půl století. Zásada práce je jednoduchá: chladná voda se vpumpuje do vřelých žulových hornin, které se nacházejí blízko povrchu a ven vychází vřelá pára o teplotě větší než 200 °C a pod velkým tlakem, která pohybuje generátory. I když byla všechna tovární zařízení v Larderello zničena v druhé světové válce, znovu byla vystavěna a používají se ještě dodnes. Toto tovární zařízení i dnes napájí kolem milionu domácností, vlastně vyrábí asi 5000 GWh za rok, což je kolem 10% celkové světové výroby proudu z geotermálních pramenů. I když je geotermální energie obnovitelný zdroj energie, tlak páry se v Larderello se zmenšil o 30% od roku 1950.

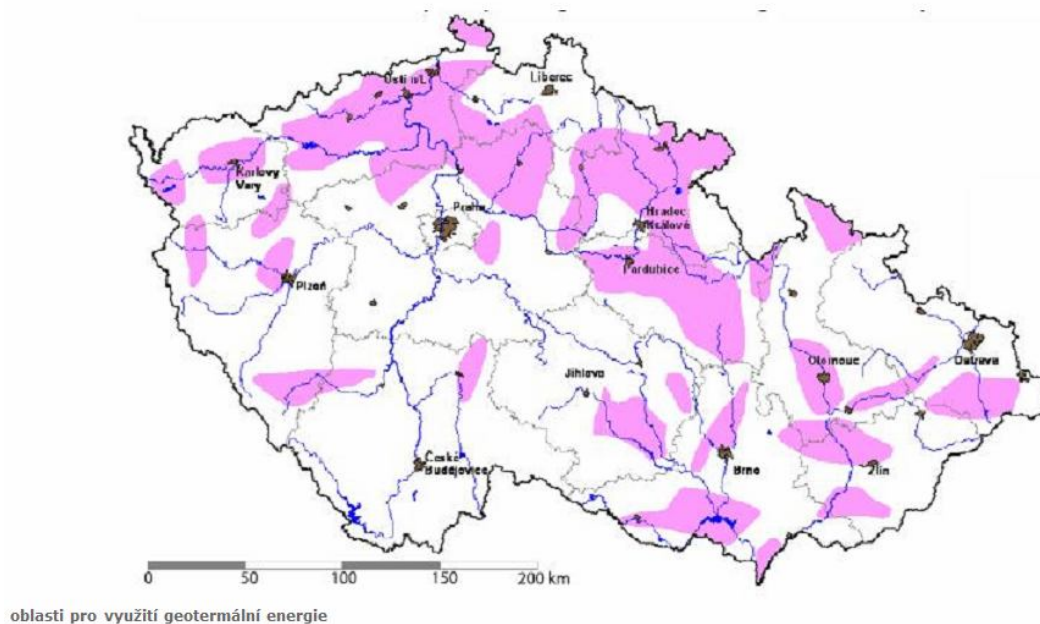


Obrázek 16 Geotermální elektrárna - princip

#### 2.4.2 Geotermální energie v ČR

Využití geotermální energie se jeví jako velmi perspektivní možnost získávání energie. V našich podmínkách je však nutné uvažovat mimo tepelných čerpadel pouze se systémem „hot dry rock“ (HDR). V podloží, v českém krystaliniku, existují rezervoáry tepla složené pouze z nepropustných hornin (suchý masiv, zanesené porézní prostředí) o dostatečně vysoké teplotě v závislosti na hloubce. Do vybraného horninového prostředí jsou vytvořeny dva několik kilometrů hluboké vrt, které končí několik set metrů od sebe. Mezi nimi je nutné vytvořit rozrušením horniny propustný kolektor. Voda je zaváděna vsakovacím vrtem a prostupuje vytvořeným systémem puklin, který se chová jako tepelný výměník. K povrchu se voda vrací čerpacím vrtem v podobě horké vody až páry a přináší s sebou energii. Je nutno upozornit, že technologii HDR s hlubokými vrti nelze použít v lázeňských oblastech.

s termálními prameny z důvodu jejich ochrany. Ale i zde může být teplo obsažené v pramenech využito pro ohřev.



**Obrázek 17** Mapa ČR, kde je možno využívat geotermální energii

#### 2.4.3 Elektrina z geotermálních zdrojů

Při prognóze možného vývoje výroby elektřiny vstupovalo do výpočtu k roku 2020 postupně 12 geotermálních instalací o celkovém výkonu 80 MWe s ročním využitím 6000 hod. Dlouhodobý výhled k roku 2050 počítá se 140 projekty s instalacemi 5 až 30 MWe

**Tabulka 4 – Předpokládaná možnost vyrobené energie z geotermálních zdrojů v ČR - výhledem**

rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020		2030
TWh	0,0	0,03	0,05	0,07	0,10	0,13	0,17	0,22	0,29	0,37	0,48		1,60

Dále u nás využívá geotermální energii např. město Ústí nad Labem, kde slouží k vytápění plaveckých bazénů a od května 2006 také k vytápění zoologické zahrady v Ústí nad Labem.

V Litoměřicích se od listopadu 2006 hloubí zkušební vrt pro geotermální elektrárnu, který by měl skončit v hloubce 2500 m. Pokud budou výsledky měření příznivé, začnou se hloubit další dva vrty - tentokrát již produkční. Tyto vrty mají dosáhnout hloubky až 5000 m. Elektrárna bude založena na metodě HDR, která ještě nebyla ve střední ani východní Evropě použita. Tato metoda spočívá v tom, že se do jednoho vrtu vhání voda, a z druhého se čerpá, přičemž se voda v hloubce ohřívá. Jedná se o uzavřený oběh média - vody. Tepelná energie se může přeměnit na energii elektrickou. V zimě se bude energie využívat především pro vytápění, v létě naopak pro vytváření elektrické energie. Náklady na vybudování vrtů a geotermální elektrárny mají být kolem 1,11 miliardy Kč, na jejich krytí se bude podílet i EU.

#### 2.4.4 Geotermální energie ve světě

První geotermální generátor byl otestován princem Piero Ginori Conti 4.7. 1904 v Larderello v suchém parním poli v Itálii. Největší skupina geotermálních elektráren na světě je v geotermálním poli v Kalifornii v USA. Filipíny a Island jsou jediné země schopné generovat významné procento jejich elektřiny právě z geotermálních pramenů. V obou státech je to 15-20% celkové výroby elektrické energie.

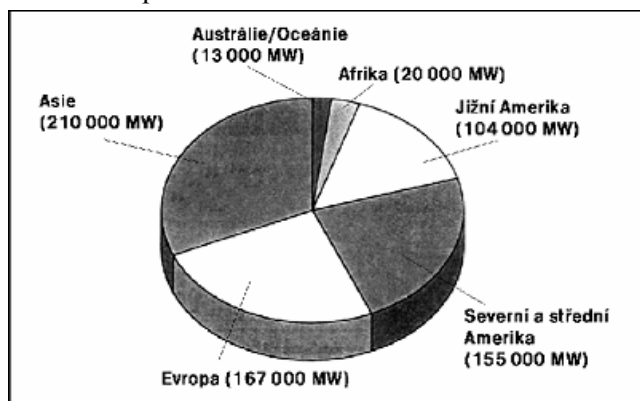


**Obrázek 18 Geotermální elektrárna na Filipínách (Valencie – Negros Orientál)**

## 2.5 Vodní energie jako další zdroj

Energie vody je zdaleka nejdůležitějším obnovitelným zdrojem, přičemž ve světovém měřítku je instalováno v současné době (rok 2000) 669 000 MW elektrického výkonu. Roční přírůstky jsou relativně konstantní a činí 10 000 až 15 000 MW.

Hydroenergetický potenciál na naší planetě není ještě zdaleka vyčerpán. Pouze zhruba 15 % technicky využitelných zdrojů slouží k výrobě elektrické energie. V průběhu příštích 20 až 25 let bude podle prognóz Světové ekonomické rady nutné zdvojnásobit kapacitu hydroenergetických zdrojů, aby byly pokryty požadavky odběratelů a zajištěny provozuschopné podmínky energetických sítí. Vodní elektrárny s ohledem na své specifické provozní schopnosti plní v každé energetické soustavě funkce, které nelze nahradit jinými zdroji. Mimo základní funkci – vlastní výrobu elektrické energie – jsou ceněny především služby přímo ovlivňující kvalitu dodávané elektrické energie – regulace výkonu a frekvence v energetické soustavě a pohotová rezerva.



Obrázek 19 Instalovaný výkon vodních elektráren ve světě

### 2.5.1 Vodní energie v ČR

Vodní elektrárny jsou z územního hlediska značně rozptýlené. Technicky využitelný potenciál vodních toků v České republice činí 3 380 GWh/rok. Z toho na malé vodní elektrárny – MVE připadá 1 570 GWh/rok. V současné době je v provozu okolo 1 400 MVE s instalovaným výkonem 275 MW a roční výrobou elektrické energie 700 GWh, což odpovídá 45 % využitelného potenciálu.

Podíl výroby ve vodních elektrárnách ČR je poměrně nízký

V ČR nejsou přírodní poměry pro budování vodních energetických děl ideální. Naše toky nemají potřebný spád ani dostatečné množství vody. Proto je podíl výroby elektrické energie ve vodních elektrárnách na celkové výrobě v ČR zejména v porovnání s produkcí uhelných elektráren JE Dukovany a JE Temelín - poměrně nízký.

#### Malé vodní elektrárny

K využití potenciálu vodních toků v ČR slouží i kategorie tzv. malých vodních elektráren (zdroje elektrické energie s instalovaným výkonem do 10 MW). Většina malých vodních elektráren slouží jako sezónní zdroje. Průtoky toků, na kterých jsou zřizovány, jsou kolísavé a silně závislé na počasí a na ročním období. Přesto je možné jejich produkci na denní či týdenní bázi poměrně přesně předikovat. Díky tomu neklade produkce v těchto elektrárnách vysoké nároky na regulaci distribuční soustavy.



### Přečerpávací vodní elektrárny

Jde v principu o soustavu dvou nádrží. Voda vypouštěná spádem z horní vyrábí elektřinu v době její největší potřeby, mimo špičku se při využití tzv. levné elektřiny voda přečerpává z dolní nádrže zpět do horní.

Rozvoj přečerpávacích elektráren vedl k vývoji reverzibilních turbín, které jsou schopny pracovat jako turbíny nebo po změně směru otáčení oběžného kola jako čerpadla. Některé technické problémy s těmito turbínami s dvojím smyslem otáčení odstranily jednosměrné reverzibilní turbíny.

Velkou předností přečerpávacích vodních elektráren je schopnost přifázování do elektrifikační sítě s plným výkonem v několika minutách. Tato schopnost je ostatně vlastní všem vodním elektrárnám.

Neznámějšími přečerpávacími elektrárnami jsou u nás Dalešice a Dlouhé stráně.

Přečerpávací elektrárna Dlouhé stráně

**Tabulka 5 – Technické parametry přečerpávací vodní elektrárny Dlouhé stráně**

Technické parametry		
výkon elektrárny	650	MW
druhy provozu	-	trubínový
	-	čerpadlový
	-	kompensační
počet soustrojí	2	ks
typ turbín	FR 100	-
Č oběžného kola	4 540	mm
turbinový spád	534,3	m
typ generátorů	HV 812 830/14 - VA	-
horní nádrž - provozní objem	2 580 000	m <sup>3</sup>
kóta koruny hráze	1 350	m n. m.
dolní nádrž - celkový objem	3 405 000	m <sup>3</sup>
kóta koruny hráze	824,7	m n. m.
předpokládaná roční výroba energie	997,8	GWh
přechodový čas z klidu do max. turbinového provozu	100	s



**Obrázek 20 Dlouhé stráně**

### 2.5.2 *Vodní elektrárny ve světě*

Největší elektrárna je Itaipu. Postavená Brazílií a Paragay dohromady. Výrobní kapacita je 14GW, v roce 2000 vygenerovala 93,428 GWh elektřiny.



Itaipu Dam, Paraguay/Brazil. The world's largest hydroelectric facility.  
Credit: Itaipu Binacional

**Obrázek 21 Největší Vodní elektrárna Itaipu**



### **3 Možnosti, trendy a předpoklady pro rozšíření netradičních zdrojů.**

#### **3.1 Větrné Elektrárny**

##### *3.1.1 Historie v kostce*

Prvními prakticky využitelnými stroji se staly větrné mlýny. V Číně a Persii se používaly již v 7. století. V 10. století se prostřednictvím Arabů objevují ve Španělsku a do ostatních evropských zemí postupně pronikaly ve 12. a 13. století. Význam větrné energie vrcholil v 16. století. V Čechách, na Moravě a ve Slezsku se větrná energie využívala v 18. a 19. století. Svědčí o tom asi 260 zcela nebo částečně zmapovaných lokalit, kde dříve stávaly větrné mlýny. V roce 1850 mohl být výkon všech větrných mlýnů kolem 1 000 MW.

Větrné mlýny se původně používaly k mletí obilí. Prvním, kdo se vážně zabýval myšlenkou vyrábět pomocí vzduchu elektřinu a kdo v roce 1891 sestavil větrný motor vyrábějící elektrický proud byl Poul la Cour (1846 - 1908).

Aby mohl rotor co nejvíce převzít energii větru, je hlava větrné elektrárny, tzv. gondola, umístěna na stožáru otáčivě. K nařízení osy rotoru směrem k větru slouží postranní větrné kolo nebo elektromotor. Tuto nevýhodu odstraňují konstrukce větrných motorů se svislou osou otáčení. Rozhodující popud pro zařízení tohoto druhu dal už v roce 1930 Francouz George J. Darreius, ale tehdy mu nikdo nepřikládal valný význam. Teprve energetická krize počátku 70. let oprášila i systém Darreius.

##### *3.1.2 Větrné Elektrárny dnes*

###### *3.1.2.1 V České Republice*

Oficiální studie Českého ekologického ústavu propočítla, že v padesátiletém výhledu můžeme zhruba 30 procent současných energetických potřeb pokrývat pomocí obnovitelných zdrojů. Větrných elektráren u nás nikdy nebude tolik jako v Dánsku nebo Skotsku: méně zde fouká. Nicméně takzvaný realizovatelný potenciál (tedy kolik by mohly dodávat za současných ekonomických podmínek, pokud odečteme například lokality v národních parcích a dalších citlivých místech) činí 1,2–1,5 terawatthodiny.

Celkový instalovaný výkon větrných elektráren má letos podle údajů analytické společnosti EGÚ Brno dosáhnout 354 megawatt.

###### *3.1.2.2 Ve světě*

Samotné větrné turbíny dnes v EU vyrobí víc elektřiny, než kolik spotřebuje celá Česká republika. Evropská asociace pro větrnou energetiku (EWEA) zveřejnila 1. února informace o stavu a vývoji tohoto zdroje energie na trhu s elektřinou v rámci EU. Celkový instalovaný výkon větrných elektráren v EU vzrostl v roce 2005 o 18 % a dosahuje 40 504 MW (oproti 34 372 MW na konci roku 2004). Nově instalovaných 6 183 MW přineslo výrobcům turbín obrat ve výši zhruba 6 miliard Euro (174 miliard korun).

Podle zveřejněné statistiky představoval v uplynulém desetiletí meziroční kumulativní růst výkonu větrných elektráren 32 %. Související průmyslová odvětví v EU rostla ve stejném období průměrně o 22 % ročně. V roce 2005 činil nárůst výkonu od domácích dodavatelů právě rekordních 6 183 MW, což je nárůst o 6 % ve srovnání s 5 838 MW v roce 2004.

Díky rychle se rozvíjející větrné energetice se podařilo dosáhnout cíle Evropské komise pro rok 2010, tedy mít v provozu 40 000 MW větrných turbín, už vloni.

Současný výkon umožňuje při průměrných hodnotách proudění větru vyrobit asi 83 TWh elektřiny ročně, což představuje asi 2,8 % celkové spotřeby elektřiny v EU. Je to také téměř 1,5-násobně více, než kolik činí spotřeba elektřiny celé České republiky (56,4 TWh v roce 2004).

Ze statistiky je zcela patrné, že sektor větrné energetiky se nejlépe vyvíjí v zemích původní evropské patnáctky. Celkem je zde instalováno 40 317 MW výkonu, zatímco v desítce nových členských zemí je toto odvětví v zárodku a se svými 186 MW představuje příspěvek necelého půl procenta do celkové bilance EU. Situace se mírně zlepšuje, čemuž napovídá fakt, že na nově instalovaném výkonu za rok 2005 se nové státy podílejí jedním procentem. Zaostávání je však zcela zjevné.

Nejvíce větrných elektráren funguje v Německu (18 428 MW), dále ve Španělsku (10 027 MW), v Dánsku (3 122 MW), Itálii (1 717 MW), Velké Británii (1 353 MW), Nizozemí (1 219 MW) a Portugalsku (1 022 MW). Na samém konci žebříčku figurují Kypr, Malta a Slovinsko (0 MW), následované Slovenskem (5 MW), Litvou (7 MW) a Maďarskem (17 MW). Česká republika se s výkonem pouhých 26 MW nachází na pátém místě od konce.

### 3.1.3 Možnosti, perspektivy a předpoklady větrných elektráren v ČR

Dlouhodobě mají větrné elektrárny určitou šanci stát se jedním ze zdrojů, který bude nahrazovat kapacitu z uhlerných elektráren. Samy však nemohou nikdy velké zdroje úplně nahradit. Podle studie společnosti Euroenergy by v roce 2010 mohl instalovaný výkon ve větrných elektrárnách dosáhnout maximálně 1044 MW. Při 20% využití výkonu by výroba v těchto zdrojích mohla v nízkém scénáři dosáhnout v roce 2010 hranice 1828 GWh.

Dokladem rozvojového trendu větrné energetiky v České republice je dosavadní růst výroby elektrické elektrárny v ČR ve větrných elektrárnách – zatímco v roce 2005 představovala roční výroba 21,3 GWh, v roce 2006 to bylo již 49,4 GWh. V roce 2002 představoval výkon instalovaný ve větrných elektrárnách 6 635 kW, koncem roku 2006 to byl již téměř desetinásobek.

Podle větrného atlasu ČR, vytvořeného Ústavem fyziky atmosféry Akademie věd ČR na základě podkladů Českého hydrometeorologického ústavu, je celoroční průměrná rychlost větru přes 4 m/s (ve výšce 10 m) a přes 5,3 m/s (ve výšce 30 m). Roční průměrná rychlost větru v lokalitě výstavby větrné elektrárny ve výšce osy rotoru navrhované elektrárny se předpokládá 6 a více m/s. Jako nejprůhodnější lokality pro stavbu farem větrných elektráren lze považovat plochy 3 × 3 nebo 4 × 6 km v nadmořských výškách zpravidla nad 700 m (většinou však leží v chráněných krajinných oblastech, kde je zakázáno stavět). Až na řídké výjimky se energeticky příhodné lokality pro stavbu větrné elektrárny nacházejí v horských pohraničních pásmech a v oblasti Českomoravské vrchoviny. Podle předběžných odhadů by bylo možné v Krušných horách postavit 320 až 340 větrných elektráren o jednotkovém výkonu 300 až 500 kW, tj. celkem až 170 MW (výkon 1 bloku starší uhlerné elektrárny).

## 3.2 Sluneční energie a elektrárny

### 3.2.1 Historie v kostce

V roce 1839 pokusy francouzského fyzika Edmunda Becquerela zjistily, že při osvětlení dvou kovových elektrod v roztoku na nich vrůstá napětí. Uvolňování elektronů působením světla - tzv. fotovoltaický jev - bylo popsáno o 38 let později.

Mezníkem v historii využívání sluneční energie se stalo objevení fotovoltaických vlastností křemíku v roce 1918 a sestavení prvních křemíkových článků s účinností 4,5-6% v roce 1954. Stejný mechanismus se ve zdokonalené podobě využívá dodnes, i když účinnost využití světelné energie je stále velmi nízká. Uvádí se, že výroba článků je dražší než energie, kterou za dobu své životnosti zprostředkují.

### 3.2.2 Sluneční energie a elektrárny v dnešním světě

#### 3.2.2.1 V České Republice

V případě ČR je větší využití sluneční energie zatím na počátku svého rozvoje. V průběhu poslední dekády minulého století se v ČR omezilo na ostrovní systémy pro nezávislé napájení objektů a zařízení v lokalitách bez připojení na rozvodnou síť. První sluneční elektrárna o výkonu 10 kW byla uvedena do provozu až v roce 1998 na vrcholu hory Mravenečník v Jeseníkách.

Státní správa a místní samospráva zavádějí podpůrné nástroje na podporu fotovoltaiky od roku 2000, a to jak podporou demonstračních projektů, tak podporou vývoje a výzkumu. Příkladem je vládou schválený Národní program na podporu úspor a využívání obnovitelných zdrojů energie nebo Státním fondem životního prostředí vyhlášený program Slunce do škol. Od roku 2003 jsou Státním fondem životního prostředí poskytovány 30% dotace na instalaci solárních systémů pro soukromé i právnické osoby.

V našich podmínkách je solární systém o výkonu 1 kW schopen vyprodukovat 900-1000 kWh elektrické energie za rok. U současně provozovaných slunečních elektráren o instalovaných výkonech od 2,6 kW do 36 kW (síť solárních systémů na středních odborných školách po 1,2 kW) jde většinou o napájení aplikací bez připojení k rozvodné síti. V souladu s cíli EU by celkový instalovaný výkon solárních systémů v ČR měl do roku 2010 dosáhnout 84 MW a do roku 2020 541 MW.

Počet solárních elektráren v Česku vzrostl za rok čtyřikrát. Solární elektrárny rostou zejména na jižní Moravě, například v Dubňanech na Hodonínsku byla nedávno otevřena jedna z největších v ČR s výkonem 2,1 MW. Solární panely jsou také čím dál tím zajímavější volbou pro ty, kteří si staví nový dům. Přesto je dnes podíl solární energie na obnovitelných zdrojích energie stále zanedbatelný, celkový instalovaný výkon slunečních elektráren je dnes asi 16 MW.

#### 3.2.2.2 Ve světě

V sousedním Německu se začala stavět 53MW sluneční elektrárna s nízko profilovými fotovoltaickými články. Stavět se začala v lednu 2009 a první blok o výkonu 15MW byl dokončen, zbývajících 38MW má být dokončeno koncem roku 2009. Elektrárna stojí blízko města Cottbus.

Další velká sluneční elektrárna se nachází v jihovýchodním Španělsku v Jurnilla Murcia. Elektrárna má instalovaný výkon 23MW. Je osazena 120 000 kolektory rozdělených do 200 fotovoltaických polí a byla postavena za 11 měsíců. Odhadovaný roční příjem je 28 mil USD (€19 mil). Elektrárna pokrývá půdu o rozloze 100 ha a má garantováno 300 dní slunce z roku. Elektrárna je schopná napájet 20 tisíc domácností.

### 3.2.3 *Možnosti, předpoklady pro rozvoj získávání energie ze slunce*

#### 3.2.3.1 Sluneční tepelné elektrárny

Ve sluneční tepelné elektrárně se sluneční záření mění na elektrickou energii ve velkém měřítku. V principu jde o tepelnou elektrárnu, která potřebné teplo získává přímo ze slunečního záření. Kotel (absorbér) sluneční elektrárny je umístěn na věži v ohnisku velkého fokusačního (ohniskového) sběrače. Sluneční záření se na něj soustřeďuje pomocí mnoha otáčivých rovinných zrcadel - tzv. heliostatů. V kotli se ohřívá např. olej, ve výměníku se získává horká pára, která pak pohání turbínu, turbína pohání generátor a ten vyrábí elektrický proud.

#### 3.2.3.2 Sluneční elektrárny a budoucnost

Na Zemi je asi 22 milionů km<sup>2</sup> pouští, které nelze využít ani v zemědělství, ani k chovu dobytka (Sahara, Kalahari, Atakama). Jejich obrovské rozlohy však mohou být alespoň zčásti využity k přeměně sluneční energie na elektřinu nebo k rozkladu vody na vodík a kyslík. Pro Evropu je nejbližší Sahara, která má rozlohu 7 milionů km<sup>2</sup>. Jednoduchý výpočet ukazuje, že jen z jedné desetiny Sahary by dnešní technikou slunečních elektráren bylo možné získat asi 50 terawattů, což je 5krát více, než lidstvo potřebuje.

Elektrická energie ze solárních článků ze Sahary by se do Evropy mohla rozvádět přes Gibraltar. Jinou možností je využívat sluneční energii k rozkladu vody a vodík pak do Evropy dopravovat potrubím nebo ve velkých tankerech podobně jako zemní plyn.

Dalším předpokladem rozvoje výroby energie ze slunce je předpoklad, že státy, ať už EU nebo mimo Evropu budou plně podporovat rozvoj.

### 3.3 Biomasa, Elektrárny využívající Biomasu

#### 3.3.1 Z Historie do současnosti

Lidé už od pradávna využívali biopaliv. Prvotním využitím bylo dřevo, kdy se od vynálezu ohně lidé u něj ohřívali. Tedy využívali tepelnou energii vyzařující ze spalování. Postupem doby lidé zjistili, že i jiné druhy plodin, dřevin, atd. je možné využít pro výrobu energie. V dnešní době se využívají různé plodiny, dřevo, či exkrementy zvířat pro biomasu.

#### 3.3.2 Biomasa v ČR

U nás se využívá pro biomasu těchto plodin: dřevná štěpka, Řepka olejka, Ozdobnice, Kostřava rákosovitá, a daší .

Podle indikačního cíle v ČR by se měly zdroje energie z rostlinné biomasy podílet na spotřebě v národním hospodářství v roce 2010 ve výši 8 %. Evropská unie požaduje, aby v roce 2015 činil podíl na spotřebě energie z obnovitelných zdrojů až 15 %. Zákon 180/2005 Sb. o využívání obnovitelných zdrojů energie na období let 2006–2009 obsahuje řadu motivačních opatření, která by měla podpořit rychlejší nárůst podílu rostlinné biomasy, jež by měla představovat dvě třetiny energie z obnovitelných zdrojů.

Potenciál rostlinné biomasy ze zemědělské výroby pro využití v energetice spočívá v podstatě v těchto zdrojích:

- spalování rostlinné biomasy
- využití rostlinné biomasy pro kapalně zdroje energie
- využití rostlinné biomasy pro plyně zdroje energie

##### 3.3.2.1 Spalování rostlinné biomasy

Do této skupiny lze zahrnout především tyto druhy rostlinné biomasy:

- vedlejší produkty polních plodin (sláma obilnin, kukuřice na zrno, slunečnice aj.)
- výkonné druhy trav pro spalování biomasy
- celá nadzemní biomasa – především obilnin
- jednoleté energetické rostliny
- rychle rostoucí druhy dřevin (RRD) na zemědělské půdě

**Tabulka 6 – Energetický obsah a energetická produkce jednotlivých druhů rostlinné biomasy**

Druh rostl. biomasy	Výhřevnost biomasy při vlhkosti 5% (MJ/kg)	Spalné teplo sušiny biomasy (MJ/kg)	Průměrné výnosy suché biomasy (t/ha)	Energetická produkce 1ha (GJ)
Sláma obilnin	15,5	17,5	4,2	65,1
Sláma řepky olejky	15,3	17,5	3,0	45,9
Celé nadzemní rostliny žita ozimého	15,3	17,6	11,0	168,3
Celé nadzemní rostliny Triticale	15,5	17,5	12,0	186,0
Čiroky (průměr)	15,3	17,7	8,1*	123,9
Konopí seté	15,5	18,1	7,9*	122,5
Psineček veliký <sup>1)</sup>	15,6	17,8	7,7	120,1
Kostřava rákosovitá <sup>1)</sup>	15,6	17,5	7,6	118,6
Lesknice rákosovitá <sup>1)</sup>	15,5	17,5	6,4	99,4
Ozdobnice čínská <sup>2)</sup>	16,8	18,1	14,0*	235,2
Křídlatka česká <sup>2)</sup>	15,3	17,6	10,3*	157,6
Energetický šťovík <sup>2)</sup>	15,3	18,0	9,0	132,2
Topoly obmytí (průměr)	17,1	19,0	7,1	121,4
Vrby (obmytí)	17,0	19,7	6,9	117,3

V roce 2008 vyrobila skupina ČEZ téměř 327 GWh elektřiny z biomasy. Výroba elektřiny z této suroviny tak meziročně vzrostla o 31,2 %. Takováto produkce podle vyjádření společnosti pokryje spotřebu asi 93 tisíc domácností.

Na výrobu 327 GWh elektřiny z biomasy spotřebovaly elektrárny ČEZu 347 tisíc tun biomasy, která byla spalována společně s hnědým uhlím. Nejvíce byla využívána dřevní hmota (asi 336 tisíc tun).

### 3.3.3 Elektrárny

Prvenství ve výrobě elektřiny z biomasy drží elektrárna Hodonín, která dodává část tepla do slovenského Holíč. Ta vyprodukovala v roce 2008 více než 149 GWh elektřiny a meziročně tak zvýšila svoji produkci o 28,7 %. Jako druhá se ve výrobě elektřiny z biomasy umístila elektrárna Poříčí (více než 120 GWh elektřiny).

ČEZ počítá s navýšením výroby v Hodoníně i do dalších let. „Cílovou metou by se v horizontu několika let mělo stát 300 tisíc MWh ročně“, dodal Dušan Timko, ředitel Organizační jednotky Teplárny Hodonín, Poříčí, Tisová a Vítkovice.

**Tabulka 7 – Podíl na výrobě elektřiny v jednotlivých elektrárnách spalující biomasu**

Elektrárna	Výroba 2008 (MWh)	Výroba 2007 (MWh)	Meziroční nárůst (%)
Tisová	44 407	41 249	7,7
Poříčí	120 250	79 247	51,7
Dvůr Králové	13 021	12 732	2,3
Hodonín	149 231	115 966	28,7
<b>Celkem v ČR</b>	<b>326 910</b>	<b>249 239</b>	<b>31,2</b>

### 3.3.4 Využití Biomasy v EU a ve světě

Dnes se biomasa podílí přibližně 12% na celkových světových dodávkách energie. Ekologický scénář do roku 2020 předpokládá až 15% využití biomasy na energetické účely.

Strategickým cílem EU je zabezpečit hlavní část přírůstku obnovitelných zdrojů energie z biomasy. Do roku 2020 si státy EU stanovily plány a akce na rozvoj obnovitelných zdrojů energie. Dánsko, Finsko, Francie, Řecko, Nizozemsko a Portugalsko stanovily podíl biomasy na vytápění bytů na 26%.

Uplatnění biopaliv v oblastech národního hospodářství je různorodé. Používají se hlavně jako aditiva do pohonných látek. Jestliže ve směsi s fosilními palivy konkrétně u benzínových motorů je podíl 15–20% bioetanolu, s malými úpravami je možné zvýšit jeho podíl až do 85%. Podle předpokladů Evropské komise bude světová produkce kapalných biopaliv do roku 2010 až 18 milionů tun.

Největší elektrárna na spalování biomasy je v Austrálii v Lienz.

Další elektrárny, která využívá drůbeží exkrementy je v Holandsku. Elektrárna dodává energii do 90 000 domácností.

### 3.4 Geotermální energie

#### 3.4.1 Historie

Již starověcí přírodovědci a filozofové psali o podzemním ohni. Ze středověkých kronik lze vyčíst, že např. v kutnohorských stříbrných dolech několik set metrů pod povrchem byly teploty mnohem vyšší než na povrchu. Další údaj z českého území napovídá, že v příbramském dole Vojtěch, kde se poprvé na světě v roce 1873 prorubali hlouběji než 1000 m pod povrch, byly teploty padesátistupňové.

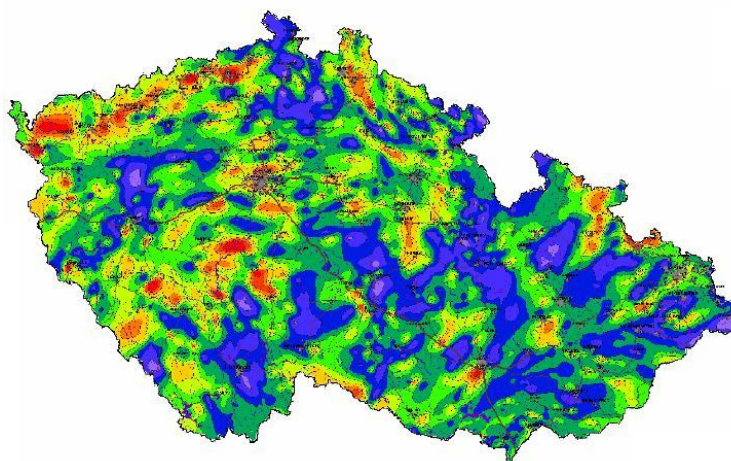
Sledujeme-li využití geotermální energie, vracíme se až do starého Říma, kde vytápěli své termální lázně přírodní teplou vodou, a to nejen v Itálii, ale i v dnešním Německu, Francii, Španělsku, Řecku, Turecku a dokonce i Anglii. I některé civilizace na Blízkém východě (Jihozápadní Asii) využívaly termální prameny, zprávy jsou i z Dálného východu, jak z Číny, tak z Japonska. Od roku 1888 používali lidé na Islandu teplou vodu k vytápění skleníků, od roku 1928 bylo hlavní město Reykjavík postupně zásobováno teplem z geotermálních zdrojů. V roce 1827 navrhl Ital Francesco Lardelero využití přehřáté páry z fumarol v Toskáne na výrobu kyseliny borité, což zřejmě bylo první průmyslové využití geotermální energie. V roce 1904 na stejném místě Ital Piero Ginori Conti rozsvítil přírodní tepelnou energii 5 žárovek. O několik let později, v roce 1912 byl již v provozu generátor o kapacitě 250 kW elektrické energie.

Svou historii má i historie praktických metod k využití tepelné energie. V literatuře se zde znovu objevuje Rakousko-Uhersko, tentokrát jeho chorvatské území, kde prý probíhalo měření teplot pod povrchem prospekčním způsobem již v roce 1906. Po tomto roce však podobných údajů rychle přibývalo, neboť měření teploty pod zemským povrchem bylo i součástí průzkumů na ropu a zemní plyn.

#### 3.4.2 Využití geotermální energie v dnešním světě.

##### 3.4.2.1 V ČR

Česká Republika, má rozhodně velký potenciál pro vyžívání geotermální energie, ale je nutno si uvědomit jak hluboko by se muselo vrtat. Existuje mapa tepelného toku pod celou českou republikou, ze které je možné zjistit území s dobrými podmínkami pro využití geotermální energie. Odborníci pracovali na mapě 4 roky a zjistili, že v ČR



Obrázek 22 Mapa Tepelného toku ČR

V ČR je největším podnikem využití geotermální energie Děčínsko. Je zde využita hydro-termální energie - teplárna s vrtem do hloubky 550 metrů. Vybudování hydro-termálního zařízení Děčina pomohl financovat geotermální vrt Státní fond životního prostředí, ale velkou část peněz musel dodat majoritní vlastník Terma Děčín, německý koncern MVV Energie, a 274 milionů je z bankovního úvěru. Třicet milionů získali děčínští jako grant od Dánského království. Celý projekt včetně přípravných prací, geotermálního vrtu, stavby zdroje, rozvodné soustavy a přivaděče pitné vody do městského vodojemu stál přes 550 milionů korun.

### 3.4.3 Geotermální energie ve světě

Největší geotermální zdroj na světě je v Riftovém údolí v Keni, Riftové údolí je dlouhé 4 000 km a ukrývá v sobě horniny, které jsou stále zahřívány sopečnou činností natolik intenzivně, že by mohly poskytnout 7 000 MW elektřiny. Při plném využití by se zde získávalo dvakrát víc geotermální energie než na celé planetě. S využitím geotermální energie už má Keňa určité zkušenosti západně od Nairobi, v Olkarském geotermálním poli. Už dvacet let se tu získává 5 % keňské spotřeby elektřiny. Keňa by chtěla nejprve využívat energie pod sopkou Longonot u Olkarie. Odtud by měla do patnácti let krýt třetinu své potřeby elektřiny. K projektu se chtějí připojit i státy sousedící s Keňou -od Etiopie na severu po Mozambik na jihu. Možnosti a trendy v Geotermální energii

Pojem "geotermální energie" je u nás většinou používán pro tepelná čerpadla, která využívají teplo půdy nebo velmi mělkých vrtů. Získané teplo je sice levné, ale ochlazení okolní půdy či podzemní vody o několik stupňů (navíc zpravidla v nejchladnějším období roku!) je samozřejmě drastickým zásahem do ŽP, stejně jako je tomu i u čerpadel odebírajících teplo vzduchu.

#### 3.4.3.1 Momentálně se používají tři základní druhy geotermálních elektráren:

Princip suché páry (Dry steam) – používá se jenom vřelá pára - nad 235 °C (445 °F). Tato pára se používá pro přímé pohybování turbín generátoru. Toto je nejjednodušší a nejstarší princip, který se stále používá, protože je to nejlevnější způsob výroby elektrické energie z geotermálních pramenů. První typem geotermální elektrárny na světě byla elektrárna v Landerello, Momentálně je největší elektrárna, která používá „Dry steam“ princip v severní Kalifornii a jmenuje se The Geysers, a vyrábí elektrickou energii už od roku 1960. Množství vyrobené elektrické energie z této elektrárny je ještě stále dostačující pro zásobování města velikosti San Francisco.

Flash princip (Flash steam) – používá se vřelá voda z geotermálních rezervoárů, která je pod velkým tlakem o teplotách větších než 182 °C (360 °F). Čerpáním vody z těchto rezervoárů k elektrárně na povrchu se zmenšuje tlak a vřelá voda se mění do páry a pohybuje turbínami. Voda která se nezměnila na páru se vrací zpět do rezervoárů aby se znovu použila. Většina moderních geotermálních elektráren používá tento způsob práce.

Binární princip (Binary cycle) – Voda, která se používá u binárního principu je chladnější než voda, která se používá u ostatních typů, pomocí nichž se dostává elektrická energie z geotermálních pramenů. U binárního principu se vřelá voda používá na zahřívání tekutiny, která má významně nižší teplotu varu než voda a tato tekutina se mění v páru při teplotě vřelé vody a pohybuje turbínami generátoru. Výhodou je větší účinnost a nevýhodou je nutnost geotermálních rezervoárů. Další výhodou je úplná uzavřenost systému s ohledem na to, že se použitá voda vrací zpět do rezervoáru a tak je ztráta tepla zmenšená, a ani se neztrácí hodně vody. Většina plánovaných nových geotermálních elektráren bude používat tento princip.



#### 3.4.3.2 Používání geotermální energie pro jiné cíle

Zajímavý tvar využívání geotermální energie je topení. Největší geotermální systém, který se používá na topení se nachází na Islandě vlastně v hlavním městě Reikjavík, ve kterém téměř všechny budovy používají geotermální energie a dokonce 89% islandských domácnostech využívá ohřevu. I když je Island přesvědčivě největší velmoc v dobývání geotermální energie na osobu, není jediný ve využívání geotermální energie. Geotermální energie se hodně využívá i na území Nového Zélandu, Japonska, Itálie, Filipínách a některých částech USA jako např. San Bernardino v Kalifornii a v hlavním městě Idaho- Boise.

Jeden z pramenů vřelé vody na Islandě je výhodný pro využívání geotermální energie. Island je stát, který nejvíce používá svoji přírodní polohu pro využívání geotermální energie.

Geotermální energie se používá i v hospodářství aby se zvětšila úroda. Voda z geotermálních rezervoárů se používá na zahřívání při pěstování květin a zeleniny. Ve skleníku se nezahřívá jenom vzduch, ale také i půda, na které rostou rostliny.

Tepelné pumpy jsou ještě jeden způsob používání geotermální energie. Tepelné pumpy spotřebovávají elektrickou energii pro cirkulaci geotermální tekutiny. Tato tekutina se později používá na topení, chlazení, vaření a ohřev teplé vody. Díky tomuto způsobu se výjimečně zmenšuje spotřeba elektrické energie.

### 3.5 *Vodní energie*

#### 3.5.1 *Od prvopočátků do současnosti v ČR*

Energie vodních toků patří k nejstarším využívaným zdrojům a hraje významnou roli i dnes. Vodní kolo již od středověku představovalo důležitý zdroj mechanické energie využívané ve starých provozech jako mlýny, pily, později manufaktury.

Rozvoj hydroenergetiky na přelomu 19. a 20. století podnítilo několik významných faktorů. V první řadě již byly k dispozici vhodné a účinné vodní turbíny, možnost výroby a přenosu elektrické energie a také skutečnost stále rostoucích cen uhlí. Projevovala se též snaha vyrábět elektrickou energii v mlýnech, které byly dříve odstaveny (z důvodu dovozu levné mouky a zastaralému vybavení). Hydroenergetika tak pomáhala k postupné elektrizaci obcí a dalšímu rozvoji výroby. V předválečném období se výkony významnějších vodních elektráren pohybovaly od 10 do 100 kW.

Rozvoj hydroenergetiky v tomto dokumentují následující údaje. V roce 1919 byla roční výroba vodních elektráren 38,81 GWh, což představuje 7,5 % z celé roční produkce elektřiny. Oproti roku 1913 s jedná o zhruba desetinásobný nárůst.

K dalšímu výraznému uplatnění vodních zdrojů došlo v poválečném období a to zejména díky zahájení soustavné elektrizace, uzákoněné jako veřejný zájem. Uvedeným zákonem byla též stanovena podpora výstavby vodních elektráren z veřejných prostředků a přiznány značné výhody, jako státní subvence, možnost vyvlastnění pozemku pro elektrické vedení a nebo monopolní dodávka pro určitou lokalitu.

Zastánci vodní energetiky již v té době uváděli, že vodní zdroje z pohledu národního hospodářství představují značný energetický potenciál, který není možné přehlížet. Z pohledu probíhající elektrizace mohou malé vodní elektrárny zajistit elektrifikaci odlehlejších oblastí o mnoho let dříve, než na ně přijde řada v celostátní soustavné elektrifikaci. Elektřina z malého zdroje by měla splňovat zásady státní elektrizace (220 V, 380 V, 50 Hz). Až by elektrizační soustava dosáhla do odlehlejší oblasti, malý vodní zdroj by k ní mohl být připojen. V případě přebytku by se nadbytek výroby dodával do rozvodné sítě, v případě nedostatku pak síť zajišťuje dodávku energie.

Rozvoj průmyslu v meziválečném období si vyžádal stavbu dalších energetických zdrojů a díky tomu bylo realizováno několik na tehdejší dobu větších průtočných elektráren. Z předchozí tabulky známá elektrárna Vyšší Brod byla v roce 1929 zrekonstruována a její jmenovitý výkon zvýšen na 16,2 MW.

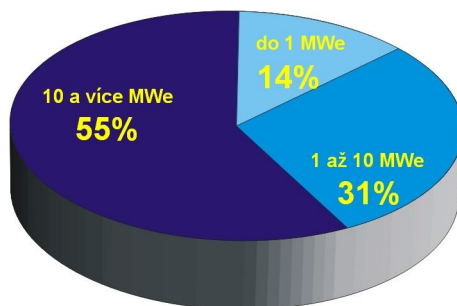
#### 3.5.2 *Možnosti a trendy využití vodní energie*

##### 3.5.2.1 *Možnosti a trendy využití vodní energie v ČR*

Energetické zdroje využívající energii vody ve vodních tocích patří mezi dosti rozšířené a dnes běžně používané OZE. Hnacímotorem je sluneční energie, která zajišťuje neustálý koloběh ohromného množství vody. Energie vody je využívána za pomoci široké škály typů a velikostí vodních děl. Na vodních tocích je možné využít kinetickou energii proudící vody. Množství využitelné energie je dáno rychlostí proudění, která závisí na spádu toku.

K využití energie proudící vody jsou používány rovnotlaké vodní stroje založené na rotačním principu. Jinou možností je využití potenciální energie vyvolané gravitací působící na vodu. Pomocí vodního díla je vytvořen výškový rozdíl mezi hladinou pod a nad vodní zádrží. Výškový rozdíl obou hladin vytváří ve vhodném přivaděči dostatečný tlak k roztočení rotoru přetlakového vodního stroje.

Vodní energetika se dělí na dvě skupiny. Malé vodní elektrárny mají instalovaný výkon do 10 MW. Velké elektrárny mají výkon vyšší, avšak jejich výstavba je s ohledem na dnešní ekologickou situaci nereálná.



Obrázek 23 Výroba elektřiny ve vodních elektrárnách dle výkonu

Současný podíl obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektrické energie se pohybuje na úrovni 3 %, k čemuž hlavní měrou přispívá využití vodní energie. Na instalovaném výkonu se podílejí cca ze 17 %. Technicky využitelný potenciál vodních toků v České republice činí 3 380 GWh/rok. Z toho na malé vodní elektrárny – MVE připadá 1 570 GWh/rok. V současné době je v provozu okolo 1 400 MVE s instalovaným výkonem 275 MW a roční výrobou elektrické energie 700 GWh, což odpovídá 45 % využitelného potenciálu.

#### 3.5.2.2 Možnosti a trendy využití vodní energie všeobecně

Ze statistik časopisu Hydropower and Dams je ještě možné využít 67% celkového světového hydroenergetického potenciálu vodních toků. Největší zdroje jsou dosud v Asii (včetně Ruska a Turecka) a v Africe. V Evropě (bez Ruska a Turecka) a v Severní Americe, kde je v současné době využito již více než 70% vodní energie. Největším trendem je jejich modernizace a instalace malých vodních elektráren. Díky výstavbě MVE a vyšší výkonu už provozovaných elektráren, které nahrazují elektrárny na fosilní paliva dochází ke snižování emisí a skleníkových plynů.

Každý projekt inovace vodní elektrárny má své vlastní cíle, odpovídající konkrétním podmínkám daného díla. Nejčastěji je to:

- Zvýšení výkonu
- Zvýšení účinnosti
- Omezení kavitačního opotřebení oběžných kol
- rozšíření provozních oblastí, snížení hluku a vibrací turbín
- prodloužení životnosti zvýšení spolehlivosti a bezpečnosti
- automatizace řídicích a ovládacích systémů
- snížení počtu pracovní obsluhy
- snížení nákladů na opravy a prodloužení intervalů mezi nimi
- použití nových technologií
- zvýšení ochrany životního prostředí

Příkladem klasické inovace čerpadlových turbín je přečerpávací elektrárna Taum Sauk v USA. Firma American Hydro Corporation navrhla a vyrobila nová oběžná kola s výkonem vyšším o 35 %. Účinnost přečerpávacího cyklu se zvýšila o 30 % a roční výroba elektřiny vzrostla ze 60 tis. na více než 500 tis. MWh! Dvě inovované turbíny jsou schopny dosáhnout plného výkonu elektrárny 450 MW ze studeného startu do 7 minut.

### 3.5.3 *Přilivové a odlivové elektrárny*

Přiliv a odliv je důsledkem působení slapových sil Měsíce a Slunce. Na výšku přílivu a odlivu má zásadní vliv tvar pobřeží (nejvyšší známý příliv je u Nového Skotska v USA - o plných 20 m).

Chod slapových sil, a tím přílivů a odlivů, není pravidelný. Při stavbě přílivových elektráren je třeba přihlížet ke všem vlastnostem toho či onoho místa a ke všem nepravidelnostem, které s sebou nese.

Ve Francii a Itálii jsou známy stavby přílivových mlýnů již ze 13. století. Přílivová vlna se vlévala přímo do nádrží a při odlivu se vypouštěla na mlýnská kola. Nepravidelnosti přílivů a odlivů však přinášely značné obtíže, a to nejen starobylým mlýnům. Potíže vznikaly i v později budovaných přílivových elektrárnách.

Za nejstarší přílivovou elektrárnu z roku 1913 je považována anglická Dee Hydro Station v Cheshire o výkonu 635 kW. První moderní přílivová elektrárna zahájila provoz až v roce 1966. Jde o francouzskou přílivovou elektrárnu v Bretani, v ústí řeky La Rance. V těchto místech je průměrná výška přílivu 8,4 m. Přílivová voda pro turbíny je navíc posilována i přítokem řeky. Výkon elektrárny je 240 MW. Elektrárna je vybavena 24 reverzními turbínami, takže využívá jak přílivu, tak odlivu. Pracuje ročně 2 250 hodin a produkuje 540 milionů kWh elektrické energie. V roce 1984 byl v Kanadě v bazénu Annapolis s výškou přílivu až 15,8 m také spuštěn první stroj přílivové elektrárny. Rotor přímoproudé turbíny se čtyřmi lopatkami má průměr 7,6 m a výkon 17,8 MW.

K nevýhodám přílivových elektráren patří skutečnost, že jejich pracovní doba mnohdy nesouhlasí s energetickou špičkou elektrizačních soustav a že místa vhodná pro výstavbu těchto elektráren jsou často značně vzdálena od míst spotřeby produkované energie. Přesto energie přílivů a odlivů je nadějným energetickým zdrojem pro využití v budoucnosti. Ročně by se tak mohlo získat 7,2 až 11,8 biliónů MJ elektrické energie.

## **4 Závěr**

### **4.1 Sluneční energie**

Jak už bylo uvedeno v textu dříve, tak využití sluneční energie je nejvýhodnější tam, kde svítí po celý den slunce. Dále by bylo nejlepší vybudovat sluneční elektrárny na místech, které nejdou využít pro jiná účely. Vhodná místa jsou pouště, které zabírají 22 mil km<sup>2</sup> na Zemi.– Sahara, Kalahari, ... . Jednoduchý výpočet ukazuje, že jen z jedné desetiny Sahary by dnešní technikou slunečních elektráren bylo možné získat asi 50 terawattů, což je 5x více, než lidstvo potřebuje.

Co se týče využití sluneční energie u nás v ČR, tak toto odvětví je u nás v rozvoji. Je pravdou že v poslední době si hodně domácností, škol a jiných budov či institucí pořizuje sluneční kolektory na vytápění ,ohřev vody nebo i na částečné snížení spotřeby elektrické energie z rozvodné sítě. Dále se začíná rozmáhat i budování menších slunečních elektráren. Zde na jižní Moravě je ve výstavbě nová sluneční elektrárna ve Bzenci.

### **4.2 Větrná energie**

Větrná energie a její využití je vhodné na místech kde je průměrná rychlost větru od 5 m/s do 50 m/s , ale vypínací rychlost je 25 m/s. Proto je důležitá lokalita i výška polohy elektrárny, protože od větších poloh vítr fouká častěji a stálěji. Další podmínky pro výstavbu větrné elektrárny jsou stanoveny zákonem a různými směrnici a vyhláškami.

Co se týče zahraničí tak největší velmocí v výrobě energie z větrných elektráren je Německo. V EU k roku 2006 vzrostl instalovaný výkon větrných elektráren na 40,5GW. Dále celkový instalovaný výkon větrných elektráren ve světě vzrostl během loňského roku o 27 procent na více než 94 GW.

V ČR je více než 50 lokalit, kde se nachází větrné elektrárny. Velkým problémem využití větrné energie v podmínkách ČR je nestálost dodávky. DO konce roku 2006 vyrobily větrné elektrárny v Česku téměř 50 GWh elektrické energie.

### **4.3 Energie z Biomasy**

Biomasa, tj vlastně vyžítí plodin, či exkrementů na energetické účely. Dnes se využívá pro biomasu například sláma , dřevné štěpky, a mnoho dalších rostlin Biomasa se přitom podílí přibližně 12% na celkových světových dodávkách energie. Ekologický scénář do roku 2020 předpokládá až 15% využití biomasy na energetické účely.

V ČR by se měly zdroje energie z rostlinné biomasy podílet na spotřebě v národním hospodářství v roce 2010 ve výši 8 %. EU požaduje, aby v roce 2015 činil podíl na spotřebě energie z obnovitelných zdrojů až 15 %. Prvenství mezi elektrárnami spalující biomasu u nás v ČR drží elektrárna Hodonín.

### **4.4 Geotermální energie**

S ohledem na to že oceněné množství geotermální energie které by se mohlo využít je mnohem větší než celkové množství energetických zdrojů které mají základ ropu, uhlí a zemní plyn mělo by se geotermální energii přikládat větší význam. Obzvláště jestli se vezme v úvahu že je to levný, obnovitelný zdroj energie který je také ekologický přijatelný. S ohledem na to že geotermální energie není lehká dostupná mělo by se alespoň využít místa na kterých je ta energie dostupná (okraje tektonických desek) a na ten způsob alespoň trochu zmenšit spotřebu fosilních paliv a tak pomoci Zemi aby se uzdravila od škodlivých skleníkových plynů.

#### 4.5 *Vodní energie*

ČR nemá moc protékajících vodních toků, většina řek zde především pramení, dále vodní toky, které ČR protékají nemají potřebnou rychlost ani spád. Proto se zde uplatnili většinou malé vodí elektrárny a přečerpávací elektrárny jako jsou Dalešice či Dlouhé Stráně

Vodní energie má ve světě velké zastoupení. Ze statistik vyplývá, že USA a Evropa má využito přes 70% energie z vodních toků(nepočítaje v to Rusko). Opační situace je naopak v Asii.

Pro vývoj využití energie z netradičních zdrojů v současnosti, nebo-li obnovitelných zdrojů je důležitá velká podpora ze strany jakékoliv vlády a státu. Lidé stále hledají alternativní zdroje energie, proto je třeba i třeba už objevené získávání energie zdokonalit. Bohužel je pravdou, že lidé začnou dělat něco až nějaký ten zdroj úplně zmizí. Toto je příkladem fosilních paliv. Řádově 500 – 600 let ještě bude trvat než budou fosilní zdroje vyčerpány. Nepomůže tomu ani nedávné(před rokem) nalezení nového ropného naleziště ruskou společností Gazprom a Lukoil. To se nachází v blízkosti pevniny v Kaspickém moři a mělo by obsahovat více než 700 milionů barelů ropy. O mnoho větší naleziště (obsahující údajně až 8 miliard barelů ropy) bylo objeveno také v Brazílii, která se chystá do těžby ropy právě v této oblasti investovat až pět miliard dolarů. Je nutno si uvědomit, že spotřeba ropy stále roste.

### **Seznam Obrázků:**

Obrázek 1 Vývoj spotřeby dle typů paliv.....	1
Obrázek 2 Graf předpokládaného vývoje cen ropy za 1 barel.....	1
Obrázek 3 Graf vypotřebování fosilních paliv .....	2
Obrázek 4 Graf dožití evropských elektráren.....	2
Obrázek 5 Spotřeba GJ na osobu za rok .....	3
Obrázek 6 Výroba elektřiny v ČR .....	3
Obrázek 7 Spotřeba elektřiny v ČR .....	4
Obrázek 8 Velká sluneční elektrárna ve Španělsku .....	9
Obrázek 9 Graf koncentrace emisí pro slámu (BIOMASA) .....	13
Obrázek 10 Seznam Větrných elektráren v UE podle instalovaného výkonu .....	16
Obrázek 11 Větrná elektrárna v Německu .....	17
Obrázek 12 Větrná elektrárna v Dánsku .....	17
Obrázek 13 Větrná elektrárna ve Španělsku .....	18
Obrázek 14 Podíl jednotlivých typů elektráren na výrobě energie v ČR.....	18
Obrázek 15 Řez Zemí .....	20
Obrázek 16 Geotermální elektrárna - princip .....	21
Obrázek 17 Mapa ČR, kde je možno využívat geotermální energii .....	22
Obrázek 18 Geotermální elektrárna na Filipínách (Valencie – Negros Orientál).....	23
Obrázek 19 Instalovaný výkon vodních elektráren ve světě .....	24
Obrázek 20 Dlouhé stráně.....	25
Obrázek 21 Největší Vodní elektrárna Itaipu .....	26
Obrázek 22 Mapa Tepelného toku ČR.....	33
Obrázek 23 Výroba elektřiny ve vodních elektrárnách dle výkonu.....	37

### **Seznam tabulek:**

Tabulka 1 – Typy přírodních materiálů pro BIOMASU.....	12
Tabulka 2 – Koncentrace emisí pro jednotlivé materiály biomasy.....	13
Tabulka 3 – Tabulka instalovaného výkon VE v ČR + výroba energie brutto a netto .....	19
Tabulka 4 – Předpokládaná možnost vyrobené energie z geotermálních zdrojů v ČR - výhledem.....	22
Tabulka 5 – Technické parametry přečerpávací vodní elektrárny Dlouhé stráně.....	25
Tabulka 6 – Energetický obsah a energetická produkce jednotlivých druhů rostlinné biomasy .....	31
Tabulka 7 – Podíl na výrobě elektřiny v jednotlivých elektrárnách spalující biomasu.....	32

### **Seznam použité literatury:**

<http://www.solarni-energie.info/informace.php>  
<http://cs.wikipedia.org/wiki/Slunce>  
<http://www.alternativni-zdroje.cz/slunecni-solarni-elektrarny.htm>  
<http://www.solarenavi.cz/show.php?ids=2>  
<http://www.projekt-ev.wz.cz/history.php>  
<http://www.eru.cz>  
<http://www.hnutiduha.cz/vitr/vitr.php>  
<http://www.wisebrno.cz/index.php?p=clanek&id=113>  
<http://www.alternativni-zdroje.cz/vetrne-elektrarny.htm>  
[http://www.sollux.cz/cz\\_wind\\_turbines.htm](http://www.sollux.cz/cz_wind_turbines.htm)  
<http://www.windstorm.estranky.cz/clanky/elektrarny-v-cr/vetrne-elektrarny>  
[http://www.rozhlas.cz/leonardo/priroda/\\_zprava/464604](http://www.rozhlas.cz/leonardo/priroda/_zprava/464604)  
<http://www.biomasse.cz/biomasa.htm>  
<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/stav-a-moznosti-vyuziti-rostlinne-biomasy-v-energetice-cr>  
<http://www.nazeleno.cz/energie/biomasa-v-ceske-republice-kolik-vyrabime-elektriny.aspx>  
<http://www.ekolist.cz/zprava.shtml?x=228244>  
<http://www.21stoleti.cz/view.php?cislocclanku=2003062006>

[Zpráva o výrobě elektřiny z OZE za rok 2005.pdf](#)  
[Studie Obnovitelných zdrojů v ČR.pdf](#)  
[Netradiční zdroje .pdf](#)  
[Fotovoltaické články pro využití sluneční energie.pdf](#)  
[Vodní energie.pdf](#)  
[Geotermální Energie.pdf](#)  
[Potenciál využití geotermální energie.pdf](#)  
[Obnovitelné zdroje energie.ppt](#)